

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

HÉLIO LOMBARD ARTIGIANI

**IMPLANTAÇÃO DA MENTALIDADE ENXUTA EM UMA EMPRESA DE
AUTOPEÇAS: UMA ABORDAGEM PRÁTICA AOS RESULTADOS ESPERADOS
E ÀS DIFICULDADES INERENTES À SUA IMPLANTAÇÃO**

São Paulo

2006

HÉLIO LOMBARD ARTIGIANI

**IMPLANTAÇÃO DA MENTALIDADE ENXUTA EM UMA EMPRESA DE
AUTOPEÇAS: UMA ABORDAGEM PRÁTICA AOS RESULTADOS ESPERADOS
E ÀS DIFICULDADES INERENTES À SUA IMPLANTAÇÃO**

Monografia apresentada à
Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo
para obtenção do Certificado
de Especialista em Gestão de
Operações de Manufatura e
Serviços – MBA / USP

Orientador: Prof. Dr. Gilberto
Francisco M. de Souza.

São Paulo

2006

DEDICATÓRIA

A Cíntia, Filipe e Gabriel, minha esposa e filhos, com amor, admiração e gratidão por sua compreensão, carinho, presença e incansável apoio ao longo do período de elaboração e concretização deste curso e trabalho. Meu muito obrigado.

AGRADECIMENTOS

Ao Sr. Helio Artigiani , a Sra. Samurai V. Lombard Artigiani e Heliana L. Artigiani, meu pai , mãe e irmã e ao Sr. Emygdio Cherri e a Sra. Cleyde de Freitas Cherri que, nos anos de convivência muito me ensinaram, contribuindo para meu crescimento pessoal e intelectual.

Ao Sr Fernando Ferreira, Gerente da Planta da Johnson Controls de Santo André que, nos anos de convivência muito me ensinou, contribuindo para meu crescimento profissional e intelectual.

A Johnson Controls, por colocar a disposição exemplos práticos de todas as técnicas de manufatura e experiência profissionais.

Aos Doutores e Mestres que, contribuíram para o meu aprimoramento técnico científico.

RESUMO

Hoje em dia, com a globalização a economia mundial tem-se mostrado muito competitiva, além disto os países têm apresentado um crescimento lento, fatores que estão levando as empresas a buscarem as melhores práticas de manufatura para se manterem competitivas no mercado. Atualmente, um conceito amplamente difundido entre as empresas globais é o Sistema Toyota de Produção,

Este trabalho discute as vantagens desse sistema em comparação aos métodos anteriormente utilizados como a produção em massa, tendo como objetivo mostrar após uma revisão bibliográfica, como uma empresa de autopeças do seguimento de interiores implantou o JIT (*Just In Time*) sistema de produção “puxado”, auxiliado pelo *kanban* e a manufatura enxuta (*Lean Manufacturing*).

Após analisar os resultados obtidos, pode-se afirmar que o conceito de manufatura enxuta é um sistema de negócios para organizar e gerenciar o desenvolvimento de produtos, operações, fornecedores e relações com o cliente. A produção enxuta (*lean*), em comparação à produção em massa, requer menos esforço humano, menos espaço, menos capital e menos tempo para fabricar produtos com menos defeitos de acordo com as especificações dos clientes.

Palavras chave:

Sistema Toyota de Produção; Kanban; Manufatura Enxuta; *Just in Time*.

ABSTRACT

Nowadays, with Globalization, the world-wide economy has shown itself very competitive, however many countries have been demonstrating a sluggish growth; factors that make companies search for better practices in manufacturing to keep themselves competitive in the Market place. Currently, the Toyota production line concept has been amply spread among Global companies

This work shows the system advantage in comparison with former methods used in mass production. It has the purpose to show, after a bibliographic revision, how the Automotive companies from the interior segment have introduced some of the most recent manufacturing systems, such as JIT (Just in Time) – pulled production system, assisted by kanban and by the Lean Manufacturing.

After analyzing the results obtained, we can affirm that the Lean Manufacturing is business systems undo to organize and to manage the products development, operations, suppliers and customer's relation.

Lean Production, in comparison with mass production, requires lower human effort, less space area, less funds and saves time to manufacture the products with fewer imperfections, according to precise requirement from customers.

Key words:

Toyota Production System; *Kanban*, Lean Manufacturing; Just in Time

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	CONTEXTO.....	14
1.2	ORIGEM DO TRABALHO.....	15
1.3	IMPORTÂNCIA DO TRABALHO.....	16
1.4	OBJETIVOS.....	16
1.4.1	OBJETIVO GERAL.....	16
1.4.2	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	17
2.	O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	18
2.1	ORIGEM.....	18
2.2	JUST IN TIME E AUTONOMAÇÃO (JIDOKA).....	22
2.3	PRINCÍPIOS E TÉCNICAS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	24
2.3.1	ELIMINAÇÃO DOS 7 TIPOS DE DESPERDÍCIO.....	24
2.3.2	NIVELAMENTO E BALANCEAMENTO DE PRODUÇÃO.....	25
2.3.3	PRODUÇÃO EM PEQUENOS LOTES, TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA E REDUÇÃO DO TEMPO DE PROCESSAMENTO.....	27
2.3.4	PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO.....	30
2.3.5	GERENCIAMENTO VISUAL.....	31
2.3.6	5 (CINCO) POR QUÊS (TÉCNICA DA CAUSA RAIZ DO PROBLEMA).....	33
2.3.7	OPERADORES MULTIFUNCIONAIS.....	35
2.3.8	PADRONIZAÇÃO DAS TAREFAS.....	38
2.3.9	MELHORIA CONTINUA (KAIZEN).....	39
2.4	KANBAN.....	41
2.4.1	HISTÓRICO E DEFINIÇÃO.....	41
2.4.2	COMPARAÇÃO ENTRE O SISTEMA DE EMPURRAR E O SISTEMA DE PUXAR A PRODUÇÃO.....	44

2.4.3	FLUXO DO KANBAN.....	46
2.4.4	DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE KANBAN.....	51
2.4.5	AS 6 (SEIS) REGRAS DO KANBAN.....	52
2.4.6	PRÉ-REQUISITOS PARA A IMPLANTAÇÃO DO KANBAN.....	54
2.5	TIPOS DE LAYOUT.....	57
3.	FLUXO DE VALOR.....	63
3.1	ESPECIFICANDO O VALOR.....	63
3.2	IDENTIFICANDO O FLUXO DE VALOR.....	65
3.2.1	COMO, PORQUE, O QUE MAPEAR NO FLUXO DE VALOR.....	66
3.2.2	GERENCIANDO O FLUXO DE VALOR.....	68
3.2.3	INSTRUMENTO DE MAPEAMENTO.....	69
3.2.3.1	O MAPA DO FLUXO DE VALOR.....	73
3.3	ORGANIZANDO PARA O FLUXO DE VALOR FLUIR.....	77
3.4	O PRINCÍPIO “PUXAR”.....	79
3.5	O PRINCÍPIO DA PERFEIÇÃO.....	80
4.	DELINEAMENTO METODOLÓGICO.....	81
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO TRABALHO.....	81
4.2	A ESCOLHA DA EMPRESA.....	82
4.3	ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO.....	83
4.3.1	JUSTIFICATIVAS ESTRATÉGICAS.....	83
4.3.2	CAPACITAÇÃO PARA O LEAN.....	83
4.3.3	PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA.....	84
4.3.4	ESCOLHA DO FLUXO DE VALOR E DA LINHA DE PRODUÇÃO.....	84
4.3.5	O PROCESSO DE ORGANIZAÇÃO DO FLUXO DE VALOR.....	85
4.3.6	FATORES CRÍTICOS PARA A IMPLANTAÇÃO.....	85

4.3.7	INDICADORES DE DESEMPENHO, IMPLANTAÇÃO E MELHORIAS.....	86
4.3.8	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	86
4.3.9	CONCLUSÃO E IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES PARA OUTROS ESTUDOS.....	86
4.3.10	DIVULGAÇÃO DO TRABALHO.....	87
5.	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	88
5.1	HISTÓRICO DA EMPRESA.....	88
5.2	ESTRUTURA ORGANIZACIONAL.....	88
5.3	A CULTURA LEAN MANUFACTURING.....	92
5.4	O PLANEJAMENTO DA PLANTA PARA O LEAN MANUFACTURING.....	93
5.4.1	CAPACITAÇÃO GERAL PARA O LEAN.....	99
5.4.2	CAPACITAÇÃO DOS GESTORES DE LEAN MANUFACTURING.....	102
5.4.3	IDENTIFICAÇÃO DO FLUXO DE VALOR GMB.....	104
5.4.3.1	ADAPTAÇÃO DO LAYOUT.....	104
5.4.4	O PRIMEIRO MAPEAMENTO.....	106
5.4.5	TORNANDO-SE ENXUTA – SEGUNDO MAPEAMENTO.....	113
5.4.6	ORGANIZAÇÃO DA LINHA DE PRODUÇÃO.....	118
5.4.6.1	PARAMETRIZAÇÃO DO KANBAN.....	118
5.4.6.2	BALANCEAMENTO DE PRODUÇÃO NA LINHA.....	121
5.4.6.3	GESTÃO DE MULTIFUNCIONALIDADE.....	124
5.4.6.4	UMA LINHA DE MONTAGEM FINAL E ATENDIMENTO AO CLIENTE.....	126
5.4.6.4.1	TRABALHO PADRÃO.....	127
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	132
6.1	EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA.....	133
6.2	REDUÇÃO DE ESTOQUE.....	136

6.3	QUALIDADE NA LINHA.....	138
6.4	RESULTADOS FINANCEIROS E ESTRATÉGICOS.....	140
7.	CONCLUSÕES.....	141
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	143
9.	GLOSSÁRIO LEAN.....	145

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Casa do Sistema Toyota de Produção.....	23
Figura 2	Produção em Massa x Produção Puxada.....	46
Figura 3	Layout Posicional ou Posição Fixa.....	59
Figura 4	Layout por Processo, Funcional, Departamental.....	60
Figura 5	Layout em Linha, por Fluxo ou por Produto.....	60
Figura 6	Tecnologia de Grupo para Célula de Produção.....	62
Figura 7	Célula de Produção em “U”.....	62
Figura 8	Fluxo de Valor.....	66
Figura 9	Matriz de Identificação de Famílias.....	68
Figura 10	Tipos de Kaizen.....	69
Figura 11	Etapas do Mapeamento de Fluxo.....	69
Figura 12	Mapa do Fluxo de Valor Atual.....	75
Figura 13	Mapa do Fluxo de Valor Futuro.....	76
Figura 14	Princípios da Mentalidade Enxuta e suas Interações.....	80
Figura 15	Unidade Johnson Controls na América do Sul.....	89
Figura 16	Organograma da Melhoria Contínua Regional e Local.....	90
Figura 17	Sistema de Manufatura da Johnson Controls.....	91
Figura 18	Planejamento do Programa Lean da Planta (1/3; 2/3; 3/3).....	96
Figura 19	Evolução do envolvimento dos colaboradores.....	99
Figura 20	Quadro da Carga Horária de Treinamento da JCMS.....	101
Figura 21	Avaliação JCMS (Gráfico Radar).....	102
Figura 22	Layout para Produção (Antes).....	105
Figura 23	Layout para Produção (Depois).....	106
Figura 24	Mapa do Fluxo de Valor Atual – Corsa.....	109

Figura 25	Mapa do Fluxo de Valor Atual – Astra/Vectra	110
Figura 26	Mapa do Fluxo de Valor Futuro – Corsa.....	111
Figura 27	Mapa do Fluxo de Valor Futuro – Astra/Vectra.....	112
Figura 28	Mapa de Fluxo de Valor Atual – Corsa.....	115
Figura 29	Mapa do Fluxo de Valor Atual – Astra/Vectra.....	116
Figura 30	Mapa do Fluxo de Valor Futuro – Corsa/Astra/Vectra.....	117
Figura 31	Tipos de Cartões (Kanban) Utilizados.....	120
Figura 32	Identificação dos Cartões.....	120
Figura 33	Ábaco para Determinar a Mão-de-Obra Direta.....	123
Figura 34	Matriz Técnica Operacional.....	125
Figura 35	Gráfico de Balanceamento Padrão.....	129
Figura 36	Folha de Montagem.....	130
Figura 37	Folha de Montagem.....	131
Figura 38	Gráfico da Eficiência da Mão-de-Obra GMB.....	135
Figura 39	Gráfico da Produtividade da Mão-de-Obra GMB.....	136
Figura 40	Gráfico de Giro de Inventário GMB.....	137
Figura 41	Gráfico de Estoque Imobilizado GMB.....	137
Figura 42	Gráfico de RPPM da Linha GMB.....	139

TABELAS

Tabela 1	Funções e Regras para Utilização do Kanban.....	53
Tabela 2	Vantagens e Desvantagens dos Tipos de Arranjo Físico.....	58
Tabela 3	Ganhos com as Melhorias no Fluxo.....	132

Anexos

Anexo A	Ficha catalográfica.....	157
Anexo B	Autorização para liberação do caso.....	158

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contexto

As filosofias de manufatura nos últimos cinquenta anos foram aplicadas e difundidas ao redor do mundo em grandes companhias. Estes métodos e sistemas nos últimos anos têm evoluído e se adaptado à realidade econômica atual levando em consideração as dificuldades encontradas e oportunidades de melhorias observadas.

As empresas que trabalham com manufatura hoje, particularmente as de autopeças através destas práticas estão buscando atender continuamente as crescentes expectativas dos seus clientes reduzindo custos e oferecendo grandes variedades de produtos e lançamentos constantes.

A seguir será mostrado qual a origem dos sistemas de produção existentes, suas particularidades e os motivos que deram início ao desenvolvimento de novas metodologias e práticas, como o sistema de produção artesanal, o sistema de produção em massa e o sistema de produção enxuta, este último conhecido como TPS (*Toyota Production System*) ou sistema de produção da Toyota.

O sistema de produção artesanal precisava de uma força de trabalho altamente qualificada, ferramentas flexíveis, para produzir exatamente o que o consumidor desejava, porém com um custo elevado de produção.

A linha de montagem, técnica desenvolvida por Henry Ford consegue no início do século vinte superar os problemas enfrentados pela produção artesanal, conseguindo assim com mão de obra menos qualificada produzir mais e com mais qualidade, melhorando a produtividade e a eficiência dos processos produtivos.

Após a primeira guerra mundial com o avanço tecnológico impulsionado pela indústria automobilística surgem as primeiras fábricas com o sistema de produção em massa.

A produção em massa não oferecia ao consumidor final uma grande variedade de produtos, porém tinha boa aceitação decorrente do baixo custo.

Na metade do século vinte após a segunda guerra mundial surgia no Japão arrasado, uma indústria automobilística com conceitos bem diferentes do norte americano e europeu, pois para se tornarem competitivos teriam que eliminar todos os desperdícios inerentes aos processos anteriores nascia assim, o Sistema de Produção Enxuta.

A Produção Enxuta unia as vantagens da produção artesanal, com trabalhadores altamente qualificados e ferramentas flexíveis, às vantagens da produção em massa, altamente produtiva e com baixo custo. Este sistema inovador implantado na indústria automobilística, especificamente na Toyota objetivava produzir muitos modelos em pequenas quantidades sem elevar os custos de produção, visando primeiramente o mercado interno Japonês.

Logo este sistema chamou a atenção do mundo e hoje cinquenta anos depois ele está presente em muitas companhias ao redor do mundo.

1.2 Origem do trabalho

Este trabalho de pesquisa originou-se após ser verificado a importância dos sistemas de produções atuais para uma indústria do segmento de autopeças se manter competitiva no mercado.

Foram pesquisados os sistemas de produção existentes e a evolução dos mesmos, levando em consideração a conjuntura econômica de cada época.

Foi levada em consideração ainda a redução de custo, a eliminação de desperdício, o aumento de produtividade e por fim a manufatura enxuta (*Lean Manufacturing*), levando em consideração a sua origem, desenvolvimento e aplicabilidade.

Outro ponto importante dentro da pesquisa foi a melhora efetiva dentro do processo produtivo e os resultados obtidos após a implantação deste conceito, resultados descritos no estudo de caso.

1.3 Importância do trabalho

Este trabalho é importante, pois mostra como uma empresa líder no seu segmento implantou estrategicamente, um sistema de produção ao redor do mundo levando em consideração a competitividade no segmento automotivo e sua estagnação, compartilhando com todos dentro da companhia esta filosofia, mostrando os benefícios e as dificuldades encontradas.

1.4 Objetivos

Após apresentado o contexto e a importância dos temas a serem abordados, apresenta-se o objetivo geral e os objetivos específicos do presente trabalho de pesquisa.

1.4.1 Objetivo Geral

A partir do processo de implantação de um programa de *Lean Manufacturing* corporativo, descrever e mostrar sua implantação, os fatores estratégicos que

motivaram analisar os incrementos promovidos nos indicadores de desempenho, (positivos ou negativos), com a utilização da metodologia "*Lean*", em um fluxo de valor em uma linha de montagem de componentes automotivos. Gerar um documento que sirva de referência para outros trabalhos

1.4.2 Objetivos específicos

O presente trabalho está delimitado ao estudo dos fluxos de valores e as análises em uma linha de montagem de bancos automotivos da *Johnson Controls Automotive* do Brasil, situada na cidade de Santo André. O fluxo de valor estudado produz para um cliente do segmento automobilístico, a linha de montagem produz bancos para uma montadora americana *General Motors* do Brasil (GMB). O propósito é descrever o modelo de implantação e as ferramentas utilizadas, explorar e apresentar sua influência nos indicadores de desempenho e comparar a situação antes e depois da implantação.

2 O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

2.1 Origem

O Sistema Toyota de Produção tem sua origem junto à indústria automobilística, quando engenheiros da empresa Toyota, após a Segunda Guerra Mundial, fizeram várias visitas a fábricas americanas com o intuito de verificar o funcionamento do sistema de produção em massa e adaptá-lo à indústria japonesa. Isso porque, após o término da guerra, o Japão tentava reerguer sua economia e buscava melhorar a produtividade através da implantação de novas técnicas de produção.

Apesar dos japoneses terem obtido um aprendizado considerável nas fábricas americanas através de técnicas gerenciais como o controle de qualidade (CQ), os engenheiros da Toyota perceberam que o sistema de produção em massa, devido às condições do mercado local, não poderia ser implantado no Japão.

Após a constatação de que seria impraticável a simples implantação do sistema de produção em massa no Japão e que não seria possível obter todas as vantagens conseguidas pelos EUA através da utilização desse sistema, os responsáveis pela transformação da indústria japonesa começaram a adaptar o sistema à sua realidade.

E qual era essa realidade? O mercado japonês dispunha de uma demanda limitada e necessitava de uma grande variedade de produtos. A força de trabalho nativa, com seus direitos fortalecidos frente às novas leis trabalhistas, estava reivindicando garantias de empregos e participação nos lucros da empresa e já não aceitavam condições precárias de trabalho em troca de remuneração compensadora. Além disso, com sua economia em situação delicada, o país não

dispunha de recursos para investimentos em tecnologia de ponta e aquisição de muitas máquinas dedicadas à manufatura de somente um tipo de produtos, como exigia o sistema em produção em massa. No contexto internacional, o ocidente estava repleto de fabricantes de veículos motorizados ansiosos por operarem no Japão e dispostos a impor barreiras às exportações japonesas.

De acordo com estas constatações, Taiich Ohno (1997), um dos responsáveis pelo desenvolvimento do sistema Toyota de produção, afirma: "O Sistema Toyota de Produção desenvolveu-se a partir de uma necessidade. Certas restrições no mercado tornaram necessária a produção de pequenas quantidades de muitas variedades (de produtos) sob condições de baixa demanda; foi esse o destino da indústria automobilística japonesa no período de pós-guerra".

Segundo Womack (1990), os profissionais japoneses buscaram desenvolver um sistema que unia as vantagens da produção artesanal, com trabalhadores altamente qualificados e ferramentas flexíveis para produzir exatamente o que o consumidor deseja, às vantagens da produção em massa, com elevada produtividade e baixo custo. Este sistema inovador objetivava produzir muitos modelos em pequenas quantidades sem elevar os custos de produção.

Até o momento isso era impensável, pois o sistema de produção em massa, que vigorava nas empresas americanas e européias, reduzia os custos mediante uma produção em grande escala justificada pelo melhor aproveitamento das máquinas e da redução do número de configurações (*setup*), que chegavam a ter a duração de um dia e eram realizados somente a cada três meses. Dessa forma, as fábricas tentavam produzir o máximo possível com os mesmos recursos, a fim de diluir os custos fixos por uma quantidade maior de produtos, reduzindo assim o custo unitário de seu produto final. Acreditava-se na época de crescimento econômico

elevado, que o custo de um automóvel diminuía drasticamente em proporção ao aumento das quantidades produzidas.

Então, como as empresas japonesas conseguiriam tal feito? Ohno (1997) responde da seguinte forma: “O objetivo mais importante do Sistema Toyota tem sido aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa de desperdícios”.

A eliminação do desperdício norteava todas as ações da Toyota para reduzir as desvantagens em relação à economia ocidental na busca pelo seu desenvolvimento, como será mostrado no decorrer do trabalho, no tópico sobre os princípios e práticas do Sistema Toyota de Produção.

Dessa forma, devemos concordar com Shingo (1996), quando ele afirma que: “o potencial para produção em massa (produção em grande quantidade) é uma característica do mercado e nem sempre é uma opção que uma empresa possa escolher, pois a empresa não controla a demanda do mercado”.

Foi por isso que, não havendo condições de demanda para implantar um Sistema de Produção em Massa, a Toyota decidiu desafiar esses paradigmas com uma metodologia totalmente inovadora.

Apesar do início da implantação das técnicas, que serão posteriormente expostas, ter ocorrido logo após o término da Segunda Guerra Mundial, o Sistema Toyota de Produção só obteve notoriedade com as adversidades decorrentes da crise do petróleo de 1973, com o embargo de óleo árabe e o conseqüente aumento vertiginoso do preço do combustível, que reduziu drasticamente as atividades econômicas do mundo.

Até a ocorrência desse fato, a produtividade industrial japonesa, segundo Monden (1984), havia crescido cerca de 10% por ano em mais de duas décadas. Os gerentes japoneses se viram subitamente confrontados com crescimento zero e

forçados a lidar com decréscimos de produção. Foi durante esta crise econômica que eles notaram, pela primeira vez, os resultados que a Toyota estava conseguindo à eliminação do desperdício.

Neste contexto, Ohno (1997), afirma que o mundo já tinha mudado de uma época em que a indústria podia vender tudo que produzisse, para uma situação na qual "só podemos vender nossos produtos se nos colocarmos dentro dos corações dos nossos consumidores, cada um dos quais com conceitos e gestos diferentes".

Ainda de acordo com Ohno (1997), a crise do petróleo em 1973, seguida de recessão, afetou governos, empresas e sociedades no mundo inteiro. Em 1974, a economia japonesa havia caído para um nível de crescimento zero e muitas empresas estavam com problemas. Mas a *Toyota Motor Company*, embora os lucros tenham diminuído, ganhos maiores do que os de outras empresas foram mantidos em 1975, 1976 e 1977. A diferença cada vez maior entre ela e outras companhias fez com que as pessoas se perguntassem sobre o que estaria acontecendo na Toyota.

Percebeu-se que uma empresa não poderia ser lucrativa usando o sistema convencional de produção em massa americano que havia funcionado tão bem durante tanto tempo.

Com os resultados obtidos pelas empresas indicando um crescimento lento da economia, a Toyota se destacou mundialmente através de sua atuação na eliminação de desperdícios e focada no consumidor.

Os resultados apresentados pela Toyota em relação às outras empresas japonesas após a crise do petróleo eram surpreendentes e a redução dos estoques e a confiabilidade dos fornecedores teve grande responsabilidade sobre esse fato. Monden (1984) demonstra que o período de inventário (estoque médio/venda mensal diária) na *Toyota Motor Company* no ano de 1980 foi mensalmente 0,138, ou

seja, transformando esse valor para dias ($0,138 * 30 = 4,14$), temos que o período de inventário foi de apenas quatro dias. Isso significa que enquanto as empresas que atuavam de acordo com o Sistema de Produção em Massa, armazenavam estoques necessários para meses de produção com o intuito de não correr o risco de faltar matéria-prima ou produtos em processo, a Toyota investia em estoque somente o necessário para quatro dias de produção. Atualmente tem-se alcançado resultados ainda melhores, reduzindo o período de inventário de alguns dias para horas e, em alguns casos, até minutos.

2.2 *Just in Time* e Automação (*Jidoka*)

Reafirmando, a base do Sistema Toyota de Produção é a eliminação total do desperdício. Para atingir este objetivo, surgiram os pilares deste sistema, o *JIT* (*Just in Time*) e a Automação.

Just in Time, significa produzir o produto necessário na quantidade necessária no momento necessário. A relação entre clientes e fornecedores internos e externos é alterada, pois o fornecedor deverá prover seu cliente de seus produtos somente na quantidade e no momento que esses forem ser utilizados pelo processo do cliente, o que implica entregas freqüentes em quantidades pequenas, para que não haja formação de estoques de matéria-prima e de produtos em processo.

A propagação dessa atitude por toda a empresa implicará em uma significativa redução de custo, como afirma Monden (1984): "Se o *JIT* é realizado em toda a empresa, inventários desnecessários na fábrica são completamente eliminados, tornando almoxarifados e depósitos desnecessários. O custo de manter estoques é reduzido e a rotatividade do capital de giro aumentada".

A Automação pode ser interpretado como um controle autônomo de defeitos. Ainda de acordo com Monden (1984), apesar da automação envolver algum tipo de automação, ele não é limitado ao processo da máquina, e é utilizado em conjunto com a operação manual. É predominantemente uma técnica para detectar e corrigir defeitos de produção através de um dispositivo para detectar anormalidades ou defeitos (*poka yoke*), aliado a uma maior autonomia dada aos trabalhadores de chão de fábrica, que têm liberdade para buscar soluções para problemas de produção e até mesmo a possibilidade de parar a linha ou a máquina quando anormalidades ou defeitos ocorrem. Dessa forma, a Automação apóia o JIT, pois impede a fabricação de produtos defeituosos, elimina a superprodução e pára automaticamente no caso de anormalidades na linha, permitindo que a situação seja investigada. Outra vantagem da Automação é a possibilidade de se valer do saber operário não só para se evitar a produção defeituosa, e, portanto, o desperdício, mas também para evitar que os problemas se repitam.

Para auxiliar a aplicação desses dois conceitos fundamentais na implantação do Sistema Toyota de Produção, foram estabelecidos princípios e técnicas que representam as principais diferenças em relação ao Sistema de Produção em Massa.



Figura 1 - Casa do Sistema Toyota de Produção

2.3 Princípios e Técnicas do Sistema Toyota de Produção.

2.3.1 Eliminação dos 7 tipos de Desperdício.

Shingo (1996) afirma que existem dois tipos de operação: as que agregam valor e as que não agregam valor. As operações que não agregam valor têm que ser vista como desperdício e devem ser eliminadas ou minimizadas. Caminhar para pegar peças e desembalar são exemplos de atividades que não agregam valor.

As operações que agregam valor transformam realmente a matéria-prima modificando a forma ou a qualidade do produto, como a operação de montagem de partes, soldagem, tratamento térmico e pintura.

Essa classificação das operações é bastante válida, pois quando Ohno (1997), afirma que: “Os consumidores não estão dispostos a pagar pela ineficiência dos fabricantes”, significa que esta ineficiência está diretamente ligada às atividades que não agregam valor, pois os consumidores não aceitam que os custos do produto sejam aumentados em função de desperdícios.

Todas as ações e práticas na Toyota têm como objetivo a eliminação do desperdício. Mas, para isso, deve-se identificar completamente todo o tipo de desperdício e operação que não agregam valor. Dessa forma eles foram divididos em 7 categorias:

- **Superprodução**

Produzir além da exigência do mercado

- **Tempo disponível (espera)**

Espera da peça para ser processado, espera por transporte, entre outros.

- **Transporte**

Transporte de materiais e produtos

- Processamento

Setup demorado ou excesso de máquinas

- Inventários

Estoque excessivo em processo e de produto final

- Movimento

Movimentos desnecessários à realização das tarefas

- Produção de produtos defeituosos

Produtos que precisem ser retrabalhados, produção com defeito.

Através dessa identificação, todas as idéias e ações inovadoras implantadas pela Toyota foram desenvolvidas para eliminar uma ou mais formas de desperdício.

2.3.2 Nivelamento e Balanceamento da Produção

Taiichi Ohno (1997) nos lembra que:

“O Sistema Toyota de Produção foi originalmente concebido para produzir pequenas quantidades de muitos tipos para o ambiente japonês. Conseqüentemente, com esta base, ele evoluiu para um sistema de produção que pode enfrentar o desafio da diversificação”.

Ohno se refere à diversificação como um desafio, pois até então o sistema tradicional de produção planejada em massa estava acostumado a produzir grandes quantidades de uma variedade limitada de produtos, ou seja, pouco diversificados. Mas, as condições atuais de crescimento lento da economia e com os consumidores necessitando de uma variedade cada vez maior de produtos exigiam uma mudança na forma de gerenciar a produção, que se adapte rapidamente às variações da demanda dos clientes.

Mas, para se conseguir produzir uma grande variedade de produtos de forma rápida e sem aumentar os custos existem algumas dificuldades, como a flutuação das vendas e a diferença de capacidade entre os processos.

Flutuações na produção e nos pedidos no processo final têm um impacto negativo sobre todos os processos de fabricação, pois se o processo subsequente faz a retirada irregular em termos de tempo e quantidade, o processo precedente deve ter mão de obra, equipamentos adicionais e manter estoques disponíveis para aceitar esses pedidos. Quanto maior a flutuação na quantidade retirada, maior a capacidade excedente e estoques requeridos do processo precedente.

Uma outra dificuldade para se atingir uma produção nivelada é a existência de capacidades diferentes entre as máquinas utilizadas em cada processo. Segundo Monden (1984), a produção em cada processo deve ser a mesma, tanto em quantidade quanto em tempo. Apesar de o tempo de ciclo ter que ser o mesmo em todos os processos há alguma variação no tempo de operação entre processos dependentes de pequenas diferenças e na capacidade dos operadores. Para minimizar estas diferenças, padronização de ações ou rotinas de operação são muito importantes.

Além disso, a produção nivelada exige a utilização de equipamentos versáteis, capazes de manufaturar vários tipos de produtos diariamente em pequenos lotes e que possuam um sistema de troca rápida de ferramentas, para que não exista queda na produtividade, ao contrário do sistema tradicional, que possuía máquinas robustas e dedicadas à produção em grande escala de determinado tipo de produto.

Apesar das dificuldades para se conseguir uma produção nivelada, esse sistema minimiza a variação na quantidade retirada de cada peça produzida em

cada processo e pode adaptar-se rapidamente às variações da demanda dos clientes, o que atualmente é um diferencial competitivo.

2.3.3 Produção em Pequenos Lotes, Troca Rápida de Ferramentas e Redução do Tempo de Processamento.

Explicaremos estes três princípios de forma conjunta, pois os mesmos estão diretamente relacionados conforme afirma Monden (1984):

“A fim de realizar a produção nivelada, a redução do tempo de execução da produção é necessária para prontamente e convenientemente produzir vários tipos de produtos. Então a redução no tempo de execução precisa reduzir o tempo de preparação para minimizar o tamanho do lote”.

As empresas tradicionais apresentavam muitas justificativas para produzir em grandes lotes, como:

- Redução do custo unitário dos produtos
- Redução das esperas causadas pelas trocas de ferramentas
- Facilitam a divisão do trabalho
- A simplificação do trabalho propicia oportunidades de emprego para trabalhadores sem qualificação
- Ajudar a impulsionar o mercado

A idéia de se produzir em pequenos lotes surge para eliminar alguns desperdícios gerados pela produção em massa, como a superprodução e os conseqüentes estoques de produtos intermediários e finais, produzindo somente de acordo com a necessidade dos clientes.

Além disso, os ciclos de produção são reduzidos significativamente eliminando-se as esperas de lote, ou seja, quando se produz em grandes lotes, a espera até se terminar de produzir esta quantidade e transportar esse lote até o processo subsequente impacta negativamente no tempo de produção do produto,

gerando uma resposta lenta às necessidades dos consumidores. Mesmo assim, muitas empresas toleram as esperas causadas pela produção do lote, porque acreditam que isso reduz os custos relativos de *setup* e proporciona economia de homens hora.

Monden (1984), afirma que o tempo de produção de qualquer produto consiste de três componentes: tempo de processamento para suprir um lote para cada processo, tempo de espera entre processos e tempo de transporte entre processos.

Na Toyota, o tempo de espera entre processos foi minimizado ou até eliminado pelo nivelamento da produção, pois através da sincronização entre os processos e dimensionamento das capacidades, os produtos de um processo eram quase que imediatamente utilizados pelo processo subsequente, não havendo esse desperdício com estoque intermediário.

O tempo de transporte entre os processos foi significativamente reduzido através de utilização de pequenos lotes, ou até mesmo, em algumas fábricas, através do transporte unitário de peças ao processo seguinte.

Entretanto, apesar da produção em pequenos lotes reduzir o tempo de processamento para suprir um lote, acarreta em um maior número de *set up* realizados e, se esses demandam um tempo significativo para sua execução, provocam uma baixa utilização do equipamento e conseqüentemente uma perda da produtividade.

A troca de ferramenta era considerada um elemento que reduzia a eficiência e aumentava os custos, mas a Toyota estava convencida de que para se obter uma produção sincronizada e reduzir os tamanhos dos lotes, são necessárias trocas rápidas de ferramentas.

Forma iniciou-se uma série de treinamentos com os operadores na própria fábrica dos conceitos da técnica desenvolvida por Shigeo Shingo, denominada Troca Rápida de Ferramentas, que visa reduzir drasticamente os tempos de *ciclo*.

Essa técnica considera dois tipos de *setup*: o *setup* interno, que consiste de operações de *setup* que podem ser executadas somente quando a máquina estiver parada, como a fixação de matrizes; e o *setup* externo, que se refere as operações de *setup* que devem ser concluídas enquanto a máquina está funcionando, como o transporte de materiais.

Após essa definição, busca-se a redução do tempo de *setup* através da separação das operações de *setup* internas e externas, identificando claramente quais operações atuais devem ser executadas enquanto a máquina está parada, (*setup* interno) e quais podem ser realizadas com a máquina funcionando (*setup* externo). Shingo (1996), afirma que simplesmente através da separação e organização das operações em internas e externas, o tempo de *setup* interno (paradas inevitáveis da máquina) pode ser reduzido de 30 a 50%.

Depois de realizada a separação das atividades, é analisada a possibilidade de se converter *setup* interno em externo, através da reavaliação das operações para verificar se qualquer das tarefas foi equivocadamente tomada como interna e encontrar maneiras de converter estes *setup* internos em externos.

Por fim busca-se a eliminação dos processos de ajustes de equipamentos e a eliminação da própria atividade de troca de ferramentas, já que é uma atividade que definitivamente não agrega valor.

Através da implantação da troca rápida de ferramentas a Toyota obteve sucesso na produção em pequenos lotes, reduzindo o estoque de produtos intermediários e finais que o sistema de produção em massa exigia, reduzindo o tempo de processamento de produtos, produzindo de acordo com a demanda real, e

aumentando a precisão da produção, ou seja, evitando a fabricação de peças defeituosas.

2.3.4 Programação da Produção

Para colocar em prática todo este sistema até agora descrito de produção nivelada e em pequenos lotes, a Toyota precisaria de uma eficiente programação da produção para harmonizar as necessidades dos clientes à realidade da fábrica.

Existem duas formas de controlar a produção, através do método empurrar a produção e através do método puxar a produção. No primeiro método, utilizado amplamente nas indústrias, a quantidade planejada de produção é determinada pelas previsões de demanda e pelos estoques disponíveis. Períodos excessivos de produção são determinados a partir de informações padronizadas enviadas a cada processo de produção. O produto é então produzido sequencialmente desde o primeiro processo. No sistema puxado, o processo final retira as quantidades necessárias do processo precedente num determinado momento, e este procedimento é repetido na ordem inversa passando por todos os processos anteriores.

O Sistema Toyota de Produção utiliza o sistema puxado, mas antes de emitir as ordens de produção ao último processo, existe todo um trabalho de planejamento e análise de mercado. Primeiramente a *Toyota Motor Company* tem um plano anual. Isso significa o número aproximado de carros a ser produzido e vendido durante o ano corrente. Em seguida, existe a programação mensal da produção, especificando os tipos e as quantidades de carros que serão produzidos no próximo mês. Tanto a programação anual quanto a mensal são enviadas aos fornecedores para que os mesmos também possam se preparar para produzir de acordo com uma

programação estabelecida. Com base nestes planos, a programação diária da produção é determinada em detalhe e inclui o nivelamento da produção.

Durante a última metade do mês anterior, cada linha de produção é informada da quantidade de produção diária para cada tipo de produto. Por outro lado, a seqüência diária programada é enviada a apenas um lugar, a linha de montagem final. Em outras empresas, a informação da programação é enviada para todos os processos de produção.

As informações da programação diária são gerenciadas pelo sistema *Kanban*, utilizando cartões informativos. Através deste sistema, o processo precedente fabrica somente a quantidade utilizada pelo processo subsequente, eliminando a necessidade de uma programação para todos os processos de produção e impedindo a superprodução.

O sistema *Kanban* será explicado detalhadamente no próximo capítulo deste trabalho.

2.3.5 Gerenciamento Visual

O sistema de gerenciamento de informações nas fábricas Toyota é baseado na comunicação binária, de forma bem simples, fornecendo somente as informações necessárias a cada momento para que nunca haja dúvidas a respeito da atitude que deve ser tomada quanto à seqüência e quantidade a ser produzida ou mediante alguma anormalidade.

Como não existem estoques de segurança entre os processos, qualquer problema ocorrido na linha de produção, seja por quebra de máquinas ou por não cumprimento de uma tarefa no tempo correto, trará conseqüências negativas para todas as etapas de produção, pois o processo precedente terá que parar de

produzir, já que o processo que apresenta dificuldades não está absorvendo sua produção e não é permitido de forma alguma a superprodução, e o processo subsequente também poderá parar por falta de matéria-prima para iniciar seu processo.

No sistema tradicional esse tipo de ocorrência não é tão preocupante, pois estoques entre processos são mantidos justamente para que não exista a possibilidade de parar toda a produção devido a um problema em um processo isolado.

Já no Sistema Enxuto a produção é vista como um todo, em fluxo contínuo, e não é permitida existência de inventários. Dessa forma, quando ocorre uma anormalidade na linha de produção, foi desenvolvido um dispositivo, chamado *Andon* para auxiliar no controle autônomo, que é acionado quando o operador de algum processo está com problemas para cumprir sua tarefa no tempo determinado para que não comprometa o fluxo para o próximo processo ou quando ocorre a parada do processo devido à quebra da máquina.

O *Andon*, ou luzes indicadoras são colocadas em local visível para toda a fábrica com o objetivo de informar a todos onde está o problema. Quando as operações estão normais, a luz verde está ligada. Quando um operário deseja ajustar alguma coisa na linha ou está com alguma dificuldade em cumprir com sua tarefa no tempo especificado e solicita ajuda, ele acende uma luz amarela. Ao solicitar ajuda os operadores do processo precedente e subsequente, caso já tenham terminado sua tarefa, são treinados para ajudar o operador com problemas. Os equipamentos e máquinas são dispostos de forma a permitir que os operadores não fiquem isolados e possam se ajudar. Em algumas plantas são mantidas equipes de apoio que constam de operadores treinados a ajudar o processo em dificuldade para que não haja necessidade de parar a linha e comprometer todo o processo.

Se uma parada na linha for necessária para corrigir um problema, a luz vermelha é acesa, indicando que o processo se encontra interrompido, geralmente devido a uma quebra de máquina ou produção de peças defeituosas. Dessa forma, os problemas são visualmente comunicados para que soluções possam ser implantadas rapidamente.

O gerenciamento visual é bastante útil, mas torna-se essencial à implantação de medidas corretivas definitivas em resposta ao problema para que o mesmo não volte a ocorrer. E se é objetivo da empresa prevenir a repetição do problema, deve-se primeiramente identificar e tomar conhecimento da causa básica desse problema. Nesse contexto, a Toyota utiliza a técnica dos 5 (cinco) por quês, descrita abaixo.

2.3.6 5 (Cinco) Por Quês (Técnica da Causa Raiz dos Problemas)

Seria de pouca utilidade a existência de um sistema eficaz de controle visual que informa de anormalidades ocorridas na planta se esses problemas não fossem tratados de forma a não se repetirem.

Esta preocupação da Toyota em descobrir a causa raiz do problema e solucioná-lo definitivamente de forma que o mesmo não venha a ocorrer outra vez é enfatizada quando Shingo (1996) afirma: “Na Toyota, existe somente um motivo para parar a linha – garantir que não seja necessário parar a linha novamente”.

A adoção de medidas paliativas ou temporárias, embora faça com que a operação volte ao normal de maneira mais rápida, permite que esse problema ocorra com certa periodicidade, o que é totalmente inaceitável na Toyota, que atua de forma a descobrir e implantar soluções que impeçam de forma definitiva a recorrência do problema.

Na busca pela causa raiz do problema e sua solução definitiva a Toyota utiliza a técnica dos 5 (cinco) Por quês, que é uma forma de investigação utilizada toda vez que ocorre uma anormalidade.

Utilizaremos um exemplo criado por Ohno (1997) para demonstrar a aplicação desta técnica simples e eficaz: Suponha que uma máquina parou de funcionar.

1. Por que a máquina parou?

Porque houve uma sobrecarga e o fusível queimou.

2. Por que o fusível queimou?

Porque o mancal não estava suficientemente lubrificado.

3. Por que não estava suficientemente lubrificado?

Porque a bomba de lubrificação não estava bombeando suficientemente.

4. Por que não estava bombeando suficientemente?

Porque o eixo da bomba estava gasto e vibrando.

5. Porque o eixo estava gasto?

Porque não havia uma tela acoplada e entrava limalha.

Podemos perceber que, se essa técnica não fosse aplicada, provavelmente a medida para solucionar o problema seria a substituição do fusível, ação que não impediria a entrada da limalha, ou seja, provavelmente este problema (a entrada da limalha) seria responsável por parar a máquina novamente. Em contrapartida, após a descoberta da verdadeira causa do problema e realizada uma ação para corrigi-lo definitivamente, não haverá nova parada do equipamento por este motivo.

Além desta técnica amplamente difundida, existem outras ferramentas simples desenvolvidas e/ou utilizadas pelos japoneses para análise e solução conjunta de problemas. Dentre elas podemos citar:

- Análise de Pareto
- Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama de Ishikawa
- Histograma
- Diagrama de Afinidades
- Diagrama de Relações
- Diagrama de Matriz
- Diagrama da Matriz de Priorização

2.3.7 Operadores Multifuncionais

No Sistema de Produção em Massa os operadores realizam somente um tipo de atividade. Por exemplo, um torneiro mecânico opera somente tornos, tornando-se operadores especializados em determinada função. Por esse motivo o layout das fábricas foi desenvolvido de forma a agrupar os operadores de cada processo, não sendo incomum encontrar todos os equipamentos e operadores destinados a uma mesma tarefa dispostos em um mesmo local. Dessa forma, após a realização de um processo, as peças são enviadas ao processo seguinte em grandes lotes até se obter o produto final.

Produzindo e transportando em grandes lotes, apesar de se conseguir minimizar o custo médio unitário, aumenta-se a quantidade de estoque de produtos em processo e também o tempo de produção.

Com o intuito de se evitar esses desperdícios, em 1947, foi realizada uma experiência na Toyota. Algumas máquinas foram organizadas em linhas paralelas ou em forma de L e um operador era o responsável por operar 3 ou 4 máquinas de processos adjacentes.

Após essa tentativa, Ohno enfrentou algumas dificuldades. Primeiro, para o sucesso do sistema “um operador, muitos processos” havia a necessidade da implantação de um outro conceito, o do Autocontrole, já que as máquinas precisariam estar preparadas para parar quando o trabalho termina, já que o operador pode estar operando outras máquinas. Outro obstáculo foi à resistência dos operadores, que apesar de não ter aumentado o trabalho ou as horas trabalhadas, inicialmente rejeitaram a nova forma de trabalhar que exigia que eles se tornassem operadores de múltiplas habilidades.

Entretanto, após ter comprovado a eficiência do sistema, que aumentava a produtividade, reduzia a quantidade de estoque em processo, reduzia o tempo de produção e capacitava os operadores para diferentes atividades, o sistema expandiu.

Assim, na Toyota, as máquinas foram equipadas com dispositivos que permitiam paradas automáticas, de maneira que um operador poderia deslocar-se entre as máquinas, fixando e removendo produtos nas máquinas e dando partida a elas. Isso permitiu a operação simultânea de várias máquinas. Posteriormente, foi também introduzida nas máquinas à capacidade de detectar anormalidades. (Shingo, 1996).

Após o estudo mais aprofundado do sistema, Monden (1984) descreve os pré-requisitos para operações multifuncionais:

- Projeto adequado do *layout* das máquinas
- Operadores versáteis e bem treinados
- Avaliação contínua e revisões periódicas das rotinas de operações padronizadas

Além dos benefícios já citados, a Toyota trouxe as decisões para a base da hierarquia, dando mais poder e responsabilidade aos operadores, como por exemplo, a responsabilidade de parar a linha (autocontrole) caso exista algum problema, algo que só poderá ser feito pelo supervisor no Sistema de Produção em Massa.

Com a implantação desse conceito a Toyota conseguiu inovar a forma de trabalhar da indústria automobilística, acostumada com operadores especializados, e em geral, de baixa qualificação. Já nas empresas americanas e européias não seria facilmente implementado em função da cultura Taylorista-Fordista, determinando que cada trabalhador devesse executar somente uma tarefa, sem nenhuma autonomia. Além disso, outra dificuldade era a existência de sindicatos estabelecidos por tipo de tarefa e muitos sindicatos em cada empresa estabelecendo que, por exemplo, um torneiro mecânico só poderia operar tornos e nenhum outro operador qualificado a realizar outra tarefa poderia fazê-lo.

Buscou-se resolver esta questão através da criação do sindicato empresa, organizado de forma a manter a colaboração entre os trabalhadores e a empresa. Isso foi conseguido através do estabelecimento de políticas prevendo que somente trabalhadores regulares poderiam se filiar e dirigir as entidades sindicais. Além disso, os escolhidos dirigentes, em geral, são supervisores que futuramente se tornarão gerentes da empresa. Essas atitudes são tomadas com o intuito de dificultar a contradição de interesses entre gerência e sindicato.

2.3.8 Padronização das Tarefas

Com o objetivo de reduzir a ineficiência das operações, o Sistema Toyota modificou o método de padronização das operações utilizado em empresas tradicionais que trabalhavam com tempos médios de realização de tarefas.

A utilização de tempos médios na determinação de um tempo padrão de realização de tarefas não garante movimentos de trabalho idênticos, já que as diferenças nos tempos são causadas pelas diferenças nos movimentos.

O Sistema Toyota de Produção, por sua vez, busca intensamente reduzir o tempo padrão de realização de determinada tarefa através da eliminação de ações e movimentos desnecessários realizados por operadores. Além disso, a folha de trabalho padrão é afixada em local visível em cada estação de trabalho, atuando como um meio de controle visual, contendo informações simples e objetivas. Também é utilizada no treinamento de novos funcionários, garantindo um aprendizado rápido e eficaz, pois eles continuam a utilizar o roteiro da operação padrão até que estejam familiarizados com as técnicas.

Como a Toyota trabalha insistentemente com a redução dos estoques, as tarefas devem ser minuciosamente descritas e de fácil acesso aos operadores para que, qualquer funcionário responsável por executar determinada atividade possa fazê-la da mesma forma, sem realizar ações e movimentos desnecessários, mantendo a mesma qualidade e tempo de execução para não comprometer o processo seguinte com atrasos de produção ou problemas defeituosos.

Para auxiliar a compreensão dos operadores, a folha de trabalho padrão contém alguns elementos importantes descritos por Ohno (1997), como o tempo de ciclo, a sequência do trabalho e o estoque padrão.

O tempo de ciclo é o tempo necessário para se produzir uma peça ou unidade. É calculado dividindo-se as horas de operação pela quantidade necessária por dia. Esse tempo é estabelecido para evitar a superprodução, gerando estoques, ou um atraso da produção, comprometendo o processo seguinte.

A sequência de trabalho não se refere à ordem de processos, mas à ordem de operações em que um operário processa itens. Essa sequência é descrita de forma bem detalhada para que não haja dúvidas quanto à realização de uma tarefa e para que a mesma não seja desenvolvida com movimentos desnecessários.

Com o objetivo de eliminar os estoques excessivos em processo, a folha de trabalho padrão também informa o estoque padrão, ou seja, uma quantidade mínima de peças que devem ser mantidas em estoque para manter a continuidade do processo.

A folha de trabalho funciona como uma forma de controle visual que objetiva a obtenção de alta produtividade através de práticas eficazes, sem desperdício de movimentos, atingir o balanceamento da produção entre todos os processos e manter somente uma quantidade mínima de material em processo necessária às atividades. Ohno (1997) descreve a importância da simples prática da padronização das atividades afirmando:

"A alta eficiência da produção foi mantida pela prevenção da ocorrência de produtos defeituosos, erros operacionais, acidentes e pela incorporação das idéias dos trabalhadores. Tudo isso é possível por causa da imperceptível folha de trabalho padrão".

2.3.9 Melhoria Contínua (*Kaizen*)

Com a implantação de alguns conceitos e práticas do Sistema Toyota de produção já abordados neste trabalho e a disseminação desses conhecimentos por toda a fábrica através de treinamentos de todos os funcionários, houve um maior

envolvimento e interesse por parte dos funcionários na busca por soluções de problemas do cotidiano da empresa.

A mudança do perfil do operador, que se tornou multifuncional, adquirindo uma visão geral do processo também colaborou na formação de equipes com o objetivo de discutir formas de melhoria sob todos os aspectos na fábrica.

O Sistema de Produção em Massa foi muito criticado, pois gerava um elevado grau de insatisfação entre os operadores em função da simplificação e repetição das tarefas.

Já o Sistema Toyota de Produção, de acordo com Moden (1984) busca aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção, porém, sem perda de dignidade do trabalhador.

A criação dos Círculos de Controle de Qualidade enfatiza essa preocupação da Toyota com seus funcionários, que são vistos como os responsáveis pelo sucesso da empresa. Os CCQ são grupos de funcionários com liberdade de fazer sugestões e propor melhorias no seu próprio ambiente de trabalho e em toda a empresa.

Dessa forma a Toyota estimula o trabalho em equipe e busca a melhoria contínua (*Kaizen*), adotando algumas práticas como o CCQ, o plano de sugestões e o sistema de recompensas, sempre desafiando paradigmas e estipulando metas ousadas a serem atingidas por um grupo de funcionários motivados.

Após a discussão de alguns princípios do Sistema Toyota de Produção na busca e eliminação dos desperdícios, pode-se concluir que os mesmos estão relacionados fortemente, impactando diretamente no resultado final do sistema e é através da interação precisa desses princípios que a Toyota se destacou no cenário da indústria automobilística.

2.4 Kanban

2.4.1 Histórico e Definição

Para definir *Kanban*, deve-se primeiramente, distingui-lo do conceito de Sistema Toyota de Produção, dois termos freqüentemente vistos como sinônimos, o que dificulta a compreensão dos mesmos.

Ohno (1997) os distingue da seguinte forma: "O Sistema Toyota de Produção é sustentado pelo sistema *Just in Time* e pelo autocontrole e o método *Kanban* é o meio pelo qual o Sistema Toyota de Produção flui suavemente".

Ou seja, o *Kanban* é simplesmente a ferramenta desenvolvida para colocar em prática os conceitos inovadores do Sistema Toyota de Produção no que diz respeito ao controle e nivelamento da produção e à minimização dos estoques de produtos intermediários e finais.

Conforme apresentado no capítulo anterior, a programação da produção na Toyota é realizada em etapas. Primeiro é desenvolvido um plano anual de produção, em seguida um planejamento mensal é elaborado. Com base nestes planos, a programação diária da produção é determinada em detalhe. As informações da programação diária são gerenciadas pelo sistema *Kanban*, utilizando cartões informativos. Através deste sistema, que adota o método de produção puxada, o processo precedente fabrica somente a quantidade utilizada pelo processo subsequente, eliminando a necessidade de uma programação para todos os processos de produção e impedindo a superprodução.

Dessa forma, o *Kanban* organiza a seqüência de produção de acordo com os princípios *Just in Time*, produzindo os materiais necessários, na quantidade necessária no momento necessário.

A implantação do *Kanban*, a princípio, utiliza dois tipos de cartão, o de Produção e o de Movimentação.

O *Kanban* de Produção funciona como uma etiqueta de identificação e de instrução de tarefa, especificando o tipo e a quantidade do produto que o processo precedente terá que produzir. Já o *Kanban* de Movimentação funciona como etiqueta de identificação e de transferência, especificando o tipo e quantidade do produto que o processo subsequente deverá retirar do processo precedente.

Torna-se interessante observar que a filosofia do *JIT (Just in Time)* tenha surgido de algo tão presente no nosso cotidiano, os supermercados.

O idealizador do sistema, Taiichi Ohno, observou que no supermercado um cliente pode obter o que é necessário, no momento em que é necessário, na quantidade necessária e que os funcionários do supermercado, portanto, devem garantir que os clientes possam comprar o que precisam em qualquer momento.

O próprio Ohno (1997) afirma: “Do supermercado pegamos a idéia de visualizar o processo inicial numa linha de produção como um tipo de loja. O processo final (cliente) vai até o processo inicial (supermercado) para adquirir as peças necessárias (gêneros) no momento e na quantidade que precisa. O processo inicial imediatamente produz a quantidade recém retirada (reabastecimento das prateleiras)”.

Houve várias dificuldades para colocar esse modelo em prática. O maior problema, afirma Ohno (1997), foi como evitar causar confusão no processo inicial quando um processo final tomasse grandes quantidades de uma só vez. Isso porque se os processos subsequentes fazem retiradas irregulares em termos de tempo e quantidade, o processo precedente deve ter mão de obra, equipamentos adicionais e manter estoques disponíveis para aceitar esses pedidos, o que contradiz os conceitos até aqui abordados. Em resposta a essa dificuldade foi elaborada a

sincronização da produção, pois se percebeu a necessidade de alterar também os métodos de produção.

Na fábrica principal da Toyota, a sincronização entre a linha de montagem final e a linha de usinagem foi estabelecida em 1950 e começou em pequena escala. Depois se continuou na direção dos processos iniciais. Esse processo ocorreu aos poucos, ganhando a compreensão de todas as pessoas envolvidas. Foi somente em 1962 que se conseguiu ter o *Kanban* instalado em toda a empresa. Após o término da implantação na própria fábrica, as empresas parceiras foram chamadas para estudar o sistema e iniciar a implantação também em suas plantas.

Podemos perceber que, como não havia nenhum manual ou publicação a respeito, a implantação desses conceitos foi realizada através de tentativas e erros, e por isso, de forma lenta, realizando testes em processos piloto e expandindo de acordo com os resultados e o convencimento das pessoas envolvidas.

Essas observações preliminares tornam-se importantes à medida que, o interesse despertado pelo *Kanban* se dá, muitas vezes, pela forma de controle visual e objetiva que este método busca implantar. Ou seja, enfatizam-se os aspectos dos cartões, as informações nele contidas, a forma de utilização dos quadros *Kanban* e como o *Kanban* circula pela fábrica, puxando a produção sem a necessidade de serem emitidas ordens de fabricação para todos os processos.

Porém, essas informações tornam-se superficiais e insuficientes para quem busca a implantação do *Kanban*, visto que, se não houver um trabalho de transformação da empresa buscando atender aos pré-requisitos e regras do *Kanban*, a simples utilização de cartões na tentativa de se conseguir uma produção puxada não surtirá os efeitos esperados, pelo contrário, poderá ocasionar esperas, atrasos de entrega e outros desperdícios.

Dessa forma, neste capítulo serão comparados os métodos de produção utilizados no Sistema de Produção em Massa ao utilizado pelo Sistema Toyota de Produção. Detalharemos o funcionamento do *Kanban*, com suas regras e interações entre os processos, além das vantagens e restrições de sua implantação.

Por fim, serão discutidos os pré-requisitos necessários para se realizar a implantação bem sucedida do *Kanban*.

2.4.2 Comparação entre o Sistema de Empurrar e o Sistema de Puxar a Produção

O Sistema de Produção em Massa aplicou amplamente o método de produção empurrada, fornecendo materiais de um processo inicial para um processo final.

Nesse sistema são geradas várias ordens de produção para cada processo. Dessa forma, um processo inicial envia continuamente produtos para um processo final, seguindo sua seqüência de produção, independente da utilização desses materiais pelo processo final, podendo gerar estoques intermediários caso ocorra algum problema no processo subsequente ou alguma variação na demanda que exija alguma alteração das ordens de produção.

Para lidar com um mercado em constante flutuação, a linha de produção deve ser capaz de responder a mudanças na programação. Na realidade, entretanto, o sistema de informações e as restrições na produção tornam a mudança relativamente difícil.

Essa falta de flexibilidade da programação da produção gera algumas dificuldades, enfatizadas por Monden (1984):

- Quando acontecem mudanças drásticas de demanda ou dificuldade de produção, é virtualmente impossível renovar os planos para cada processo. Portanto, é provável que tais dificuldades causem estoque em excesso.
- É praticamente impossível para o pessoal de controle de produção examinar todas as situações relativas ao índice de produção e nível de estoque. Assim, um plano de produção deve ter um estoque com excesso de segurança.
- Melhoramentos quanto ao tamanho de lote e tempo de processamento podem não progredir, porque é muito incômodo computar em detalhe os planos de produção ótimos.

A idéia original do método de puxar a produção surgiu das observações de Ohno olhando para o fluxo de produção na ordem inversa: um processo final vai para um processo inicial para pegar apenas o componente exigido na quantidade necessária no exato momento necessário.

Desse modo, não é necessário a emissão da programação para todos os processos simultaneamente. Em seu lugar, é suficiente que a linha de montagem final seja informada das alterações na programação da produção na montagem de cada veículo. A fim de informar todos os processos acerca do tempo e quantidade de peças de produção necessárias, a Toyota utiliza o *Kanban*.

Em função dessas características, o sistema *Kanban* somente pode ser aplicado em fábricas com produção repetitiva, não sendo aplicado em empresas com produção sob projeto, com pedidos não freqüentes ou imprevisíveis.

Ohno (1997) afirma que o objetivo de eliminar desperdício também é enfatizado pelo *Kanban*. Sua utilização mostra imediatamente o que é desperdício, permitindo um

estudo criativo e propostas de melhorias. Na planta de produção, o *Kanban* é uma força poderosa para reduzir mão de obra e estoques, eliminar produtos defeituosos e impedir a recorrência de panes.

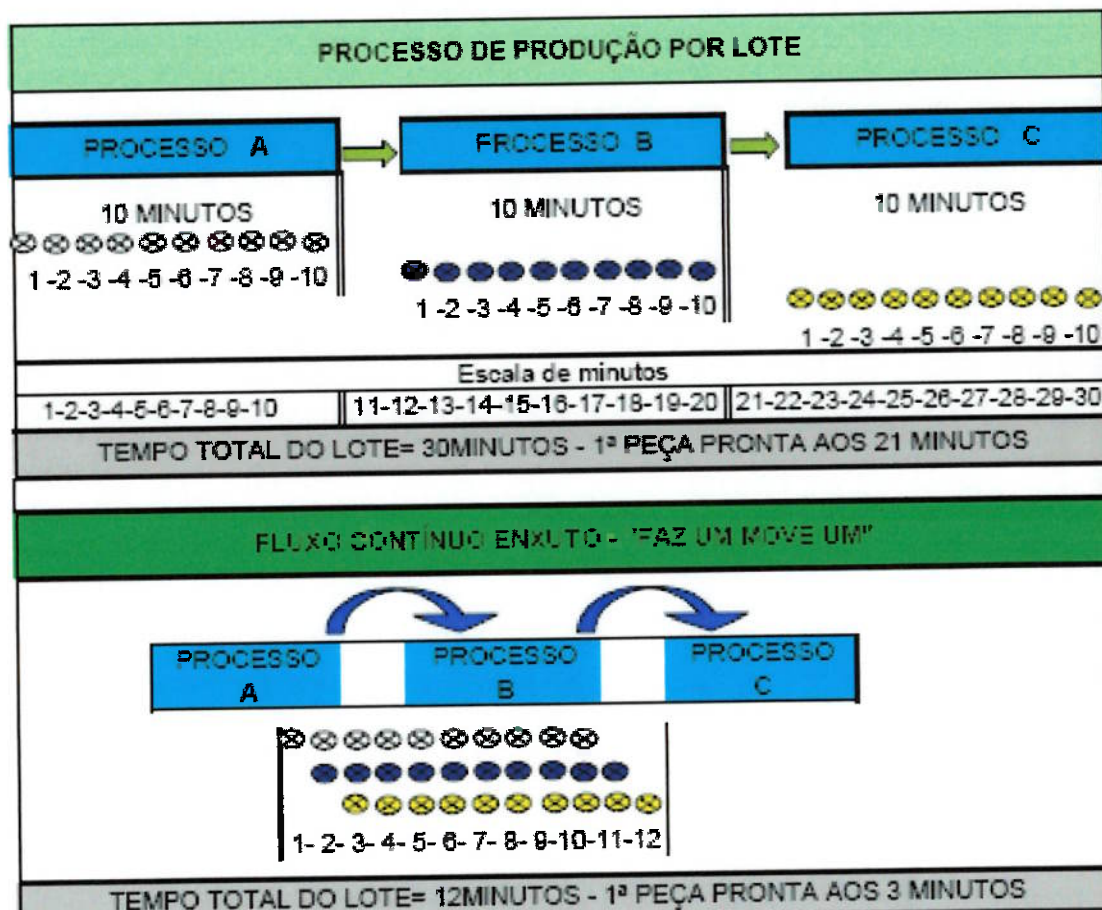


Figura 2 - Produção em Massa x Produção Puxado

2.4.3 Fluxo do *Kanban*

Após ter-se discutido as diferenças entre o sistema de empurrar a produção e o sistema de puxar a produção, descreveremos a forma com que a programação é estendida aos processos precedentes de acordo com o segundo método, aplicados pela Toyota, através da utilização de cartões.

Conforme afirmado anteriormente, para se implantar o *Kanban*, utiliza-se dois tipos de cartões, o *Kanban* de Produção (instrução de tarefa) e o *Kanban* de Movimentação (transferência).

Monden (1984) descreve detalhadamente as etapas seguidas pelo *Kanban* da seguinte forma:

- 1) O abastecedor do processo subsequente se dirige, com empilhadeira ou trator com carretas, ao estoque do processo precedente com o número necessário de *Kanban* de retirada e as embalagens vazias. Executa esta ação quando um número predeterminado de *Kanban* de Requisição (movimentação) tiver sido destacado (ou seja, os produtos referentes àquele *Kanban* começaram a ser processados) e acumulado em seu posto de *Kanban* de Requisição (caixa recebedora ou arquivo) ou em horários regulares predeterminados.
- 2) Quando o abastecedor do processo subsequente retira as peças do estoque A ele destaca o *Kanban* de Ordem de Produção que estava fixado à unidade física na embalagem (nota-se que cada embalagem tem um Cartão de *Kanban*) e coloca estes *Kanban* no posto de recebimento. Ele também deixa as embalagens vazias no local designado pelo pessoal do processo precedente.
- 3) Para cada *Kanban* de Ordem de Produção destacado, anexa-se, em seu lugar, um de seus *Kanban* de Requisição. Ao trocar os dois tipos de *Kanban*, ele cuidadosamente compara o *Kanban* de Requisição com o *Kanban* de Ordem de Produção para verificar a consistência.
- 4) Quando o trabalho é iniciado no processo subsequente, o *Kanban* de Requisição tem que ser colocado no seu respectivo posto.

- 5) No processo precedente, o *Kanban* de Ordem de Produção deve ser coletado no posto de *Kanban* de recebimento, em determinado horário ou quando certo número de unidades tiver sido produzido, e tem que ser colocado no posto de *Kanban* de Ordem de Produção, na mesma seqüência em que o mesmo foi destacado do estoque A.
- 6) Produzir as peças de acordo com a seqüência do *Kanban* de Ordem de Produção no posto.
- 7) A unidade física e o *Kanban* têm que se mover como um par, quando processado.
- 8) Quando as unidades físicas são completadas no processo, elas e o *Kanban* de Ordem de Produção são colocadas no estoque A, permitindo que o abastecedor do processo subsequente possa retirá-las a qualquer tempo.

Essa seqüência tem início sempre que o processo subsequente necessita de alguma peça ou produto de um determinado processo precedente e ela é repetida da linha de montagem final aos processos iniciais.

Para que essa transferência ocorra de forma eficaz, o *Kanban* utiliza algumas informações contidas nos cartões para que não haja nenhuma dúvida para o abastecedor em relação à quantidade, momento ou local para colocação dos materiais, fornecendo os produtos e informações necessárias no momento necessário, evitando a superprodução.

Essas informações podem variar de acordo com a necessidade de cada empresa, porém alguns dados são fundamentais e devem estar contidos nos *Kanban*:

- a) Especificação da peça a ser produzida ou transportada

- b) Quantidade a ser produzida ou transportada de determinado produto
- c) Processo responsável pela produção e pela utilização da peça especificada (processo precedente e subsequente)
- d) Local para ser armazenado determinado produto
- e) Quando deve ser realizado o abastecimento (por exemplo: quando houver acúmulo de um determinado número de *Kanban* ou em um horário determinado do dia)

O *Kanban* é muito eficiente quando utilizado em combinação com um carrinho de transporte de peças mais robustas. A quantidade de carrinhos ou *racks* funciona como o próprio *Kanban*. Dessa forma, quando não há carrinho vazio na linha de montagem na unidade, não há onde colocar unidades terminadas. A superprodução é automaticamente verificada, mesmo se alguém quiser produzir mais. A linha de montagem final tampouco pode manter qualquer estoque adicional além daquilo que está nos carrinhos de transporte.

Ohno (1997) estimula o desenvolvimento dessas modificações do *Kanban* afirmando: “e inteligência, sem permitir que ele se torne cristalizado em qualquer estágio”. Diz-se que o aperfeiçoamento é eterno e infinito. Deve ser o dever daqueles que trabalham com o *Kanban* aperfeiçoá-lo constantemente com criatividade

Como exemplo dessas adaptações do sistema de *Kanban* às necessidades específicas de cada fábrica, pode-se citar uma fábrica de alumínio, que utiliza placas metálicas coloridas como *kanban*. Isso porque o produto em questão é um recipiente (cadinho) que transporta dez toneladas de alumínio a uma temperatura em torno de 800° C. Nesse sistema o número de cadinhos disponíveis informa a quantidade de *Kanban*, evitando a superprodução. As placas metálicas de cores diferentes indicam

a qualidade do alumínio (tipo de produto) requerido. Com essas condições ambientais seria impossível a utilização de frágeis cartões de vinil, ou seria incômodo para o operador consultar as instruções de trabalho em uma chapa metálica em altas temperaturas.

Outra forma inovadora dispensa a utilização de cartões. Quando processos consecutivos são muito próximos, destina-se uma área entre esses processos para a estocagem dos materiais, delimitando a quantidade máxima a ser estocada e a sua forma de armazenamento. Desse modo, o operador do processo precedente, simplesmente olhando para a área de estocagem, toma conhecimento da necessidade ou não de se produzir de acordo com o espaço vazio na área de estocagem. Geralmente é estabelecido um ponto de gatilho para se iniciar a produção. Por exemplo, se a área tem capacidade para armazenar dez peças, o ponto de gatilho pode ser três peças, ou seja, quando forem utilizadas sete peças pelo processo precedente inicia a reposição das sete peças já utilizadas.

Outra forma moderna de implantação do *Kanban* é chamada de *Kanban* eletrônico. Esse conceito exige um maior investimento, pois se utiliza computadores, impressoras e leitores de códigos de barra como meio de comunicação entre os processos. Dessa forma, o processo precedente é informado dos produtos utilizados pelo processo subsequente através da leitura do código de barras de cada peça ou lote produzido, sem nenhuma preocupação com cartões ou quadros *Kanban* informativos.

2.4.4 Determinação do Número de *Kanban*

Shingo (1996) afirma que no Sistema Toyota de Produção, a determinação do número de *Kanban* está muito longe de ser tão importante quanto o aperfeiçoamento do sistema de produção para minimizar o número de *Kanban*.

Apesar disso foram desenvolvidas fórmulas para a determinação do número de *Kanban* que consideram fatores como previsão de demanda, tempo de processamento dos produtos e o tempo de espera entre processos. Entretanto, com o intuito de facilitar o cálculo do número de *Kanban* e facilitar o início da implantação do sistema Shingo (1996) apresenta uma fórmula (1) simples que pode ser utilizada para determinar o número de cartões necessários.

$$\text{Numero de kanban}(N) = \frac{\text{estoque máximo}(Q + a)}{\text{capacidade de 1 palette}(n)} \quad (1)$$

N = Número de cartões *Kanban*

Q = Quantidade de produtos do lote de produção

a = Estoque mínimo de segurança

n = Quantidade de produtos transportados em 1palette

Se o processo é melhorado seja pela redução do tamanho do lote de produção ou pela redução do tempo de processamento, o número de *Kanban* pode ser reduzido. Além disso, Shingo (1996) afirma que a experiência nos ensina que flutuações na ordem de 10 a 30% podem ser administradas sem alterar o número de *Kanban* em circulação. A implantação real é o guia mais confiável, e esses valores irão variar de acordo com a natureza da fábrica.

2.4.5 As 6 (seis) Regras do *Kanban*

A determinação do número de *Kanban* e o perfeito entendimento do fluxo dos cartões entre os processos surtirão pouco efeito se não forem seguidas às seis regras desenvolvidas para o perfeito funcionamento do sistema.

Regra 1 – O processo subsequente apanha o número de itens indicados pelo *Kanban* no processo precedente.

- Regra 2 – O processo inicial produz itens na quantidade e seqüência indicadas pelo *Kanban*
- Regra 3 – Nenhum item é produzido ou transportado sem um *Kanban*
- Regra 4 – Os *Kanban* acompanham sempre as próprias peças
- Regra 5 – Produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte.
O resultado é: mercadorias 100% livres de defeitos
- Regra 6 – Reduzir o número de *Kanban* aumenta sua sensibilidade aos problemas

Ressaltando a importância dessas observações, Ohno (1997), afirma que introduzir o *Kanban* sem efetivamente praticar essas regras, não trará nem o controle de produção esperado pela implantação do *Kanban* nem a redução dos custos. Assim, uma introdução parcial do *Kanban* traz uma centena de malefícios,

mas nem um ganho sequer. Qualquer um que reconheça a efetividade do *Kanban* como uma ferramenta de gestão de produção para reduzir custos deve estar determinado a observar as regras e superar todos os obstáculos.

Ohno (1997), relaciona as funções do *Kanban* às 6 (seis) regras de utilização do método descrito no quadro abaixo:

Tabela 1 – Funções e regras para utilização do *Kanban*, extraído de Ohno (1997)

Funções do Kanban	Regras para utilização
1. Fornecer informação sobre apanhar ou transportar	1. O processo subsequente apanha o número de itens indicados pelo <i>Kanban</i> no processo precedente
2. Fornecer informação sobre a produção	2. O processo inicial produz itens na quantidade e seqüência indicadas pelo <i>Kanban</i>
3. Impedir a superprodução e o transporte excessivo	3. Nenhum item é produzido ou transportado sem o <i>Kanban</i>
4. Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias	4. Os <i>kanbans</i> acompanham sempre as próprias peças
5. Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz	5. Produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte. O resultado é: mercadorias 100% livres de defeitos
6. Revelar problemas existentes e manter o controle de estoques	6. Reduzir o número de <i>kanban</i> torna os problemas visíveis

2.4.6 Pré-requisitos Para a Implantação do *Kanban*

O principal problema em conceituar o Sistema Toyota de produção simplesmente como *Kanban* é imaginar que através da implantação do *Kanban*, tenha-se implantado toda a cultura da Toyota, o que poderá trazer consequências desastrosas, já que o *Kanban*, sendo uma ferramenta para conseguir o *Just in Time*, só trará resultados expressivos se aplicado após a utilização de algumas metodologias vistas como pré-requisitos para o seu bom desempenho.

Monden (1984) afirma que a menos que os vários pré-requisitos deste sistema sejam implantados perfeitamente, será difícil obter o *Just in Time*, ainda que o sistema *Kanban* seja introduzido. Os pré-requisitos para a implantação do *Kanban* são citados abaixo:

- **Produção Nivelada**

Com o intuito de reduzir os estoques, a produção deve ser realizada de forma balanceada, ou seja, não se deve dedicar muito tempo das máquinas para a produção de um determinado produto em quantidades que não serão absorvidas rapidamente pelo processo subsequente. A produção deve ser realizada de acordo com as necessidades do processo subsequente, refletindo as necessidades do mercado em quantidade e variedade de produtos.

- **Redução de tempo de preparação**

Implantação da Troca Rápida de ferramentas para que permita aos processos produzirem em pequenos lotes uma maior variedade de produtos, adaptando-

se rapidamente às variações de demanda e reduzindo ao máximo os estoques.

- **Layout das máquinas**

O posicionamento das máquinas deve ser alterado visando permitir que um operador seja responsável pela operação de mais de um equipamento, também conhecido como sistema “um operador, muitos processos” ou operador multifuncional.

- **Padronização dos trabalhos**

Com o objetivo de reduzir a ineficiência das operações, as tarefas devem ser minuciosamente descritas e de fácil acesso aos operadores para que, qualquer funcionário responsável por executar determinada atividade possa fazê-la da mesma forma, sem realizar ações e movimentos desnecessários, mantendo a mesma qualidade e tempo de execução para não comprometer o processo seguinte com atrasos de produção ou produtos defeituosos.

- **Aperfeiçoamento das atividades**

Todas as atividades devem ser frequentemente analisadas e questionadas para verificar se existe alguma tarefa que não agregue valor sendo realizada ou se existe alguma possibilidade de melhoria a ser acrescentada

- **Autonomação**

Com a atuação dos operadores multifuncionais, os mesmos são capacitados a operarem mais de um equipamento e não dedicam atenção exclusivo a um determinado processo, dessa forma, as máquinas devem possuir um sistema

de parada automática e de identificação de defeitos sem necessitar da presença constante do operador ao lado do equipamento. Além disso, é dada maior autonomia ao operador conforme descrito no capítulo anterior.

Analisando todas as regras e pré-requisitos necessários para a implantação dos conceitos abordados pelo Sistema Toyota de Produção e pelo Kanban, podemos perceber que o diferencial não está nos altos investimentos em tecnologias inovadoras ou aquisição de equipamentos e sim na busca da melhor forma de administrar os recursos em uma época de crescimento lento da economia, exigindo que as empresas busquem ao máximo eliminar as atividades que não agregam valor, produzindo de acordo com as necessidades dos clientes.

Essa nova estratégia de gerenciamento propõe uma alteração de vários conceitos previamente estabelecidos pelo Sistema de Produção em Massa.

Nesse contexto, uma das dificuldades enfrentadas na migração para a Produção Enxuta é o fato de ser um processo lento, pois depende fundamentalmente da compreensão e envolvimento dos funcionários para fazê-lo funcionar perfeitamente. Por exemplo, para um operador, normalmente motivado superar metas de produção e entender que produzir o máximo possível não é mais prioridade é preciso um trabalho de conscientização. Em contrapartida, torna-se vital para a empresa produzir de acordo com a demanda do cliente. Assim, é necessário compreender que é melhor realizar diferentes configurações de máquinas (set up), produzindo uma maior variedade de produtos em um menor intervalo de tempo, mesmo que isso comprometa a produtividade de uma forma geral.

2.5 Tipos de *Layout*

A crença de que as operações de fluxo poderiam ser usadas apenas em linha de montagem, é contestada por Shingo (1996), em seu estudo sobre o Sistema Toyota de Produção. A necessidade de reduzir os ciclos de produção exige a ligação de todas as áreas em um sistema de operações de fluxo integrado com peças unitárias, inclusive montagem, usinagem, prensagem, forjaria e fundição, atividades até então consideradas inviáveis para este tipo de organização.

Para Shingo algumas medidas como a equalização dos processos consecutivos e sua sincronização, e o aperfeiçoamento do *layout*, usando onde forem necessários, correias transportadoras ou outros meios suplementares de transporte, são suficientes para iniciar a produção de fluxo integrado.

Na Johnson *Controls* esta teoria foi experimentada na fase inicial do programa *Lean*, e é abordada no estudo de caso. As vantagens advindas das melhorias de *layout* são as economias nos custos de movimentações, a eliminação das esperas entre os processos com sua conseqüente redução de custos de mão-de-obra com essas paradas, a redução do inventário de produtos acabados, a melhoria na produtividade, um melhor atendimento ao cliente (prazo) e menos espaço ocupado. Assim o Sistema Toyota de Produção tem como précondição para o estabelecimento do fluxo de peças unitárias a melhoria do *layout*.

Existem quatro formas básicas para a organização de processos, cada uma com suas respectivas vantagens e desvantagens, o que requer uma análise prévia das características de cada organização para a seleção daquela que possui mais afinidades com seu ambiente, ou daquelas, uma vez que a utilização de estratégias mistas é também usual. Torres (2001), baseando-se em trabalhos de Slack et al.

1997; Olivério, 1985; Konz, 1985; Tompkins e White, 1984, organizou um quadro de vantagens e desvantagens enumeradas por estes autores, Tabela 2.

Tabela 2 - Vantagens e desvantagens dos tipos de arranjo físico

Layout	Vantagens	Desvantagens
Posicional	<ul style="list-style-type: none"> -Flexibilidade de <i>mix</i> e produto muito alta -Produto ou cliente não é movido ou perturbado -Alta variedade de tarefas para a mão de obra -Permite que os operários conheçam o trabalho como um todo -Identificação maior entre trabalhador e o produto, aumentando sua responsabilidade por ele -Investimento mínimo na planta 	<ul style="list-style-type: none"> -Custos unitários muito altos -Programação de espaço ou atividades pode ser complexa -Pode implicar muita movimentação de equipamentos e mão-de-obra
Processo	<ul style="list-style-type: none"> -Alta flexibilidade de <i>mix</i> e de produtos -Relativamente robusto em caso de interrupção de etapa -Supervisão de equipamentos e instalações relativamente fácil -Pouca duplicação de equipamentos, implicando em redução de custos -Possibilidade do operário conquistar prêmios por produção como incentivo -Melhor controle de processos complexos ou precisos 	<ul style="list-style-type: none"> -Baixa utilização de recursos -Pode ter alto estoque em processo ou filas de clientes -Fluxo complexo pode ser difícil de controlar
Produto	<ul style="list-style-type: none"> -Baixos custos unitários para altos volumes -Dá oportunidades para especialização de equipamento -Movimentação conveniente de clientes e materiais -Menor tempo total de produção -Menor quantidade de material em processo -Possibilidade de motivar grupos de operários por meio de prêmios de produtividade por linha -Menor área por unidade de produção -Maior simplicidade de controle, com menos registros necessários. 	<ul style="list-style-type: none"> -Pode ter baixa flexibilidade de <i>mix</i> de produtos -Não muito robusto contra interrupções -Trabalho pode ser repetitivo
Celular	<ul style="list-style-type: none"> -Possibilidade de focar a produção de parte da planta -Dedicação de várias máquinas por operador -Trabalho em equipe com aumento de comunicação -Minimização da movimentação -Tratamento rápido de retrabalhos -Redução de barreiras à movimentação -Pode resultar em maior utilização dos equipamentos -Fluxo simplificado 	<ul style="list-style-type: none"> -Exige supervisão geral -Exige maior capacitação dos operadores -Exige balanceamento de fluxo entre as células e dentro delas

- **Layout Posicional ou por Posição Fixa** – Neste tipo de arranjo o produto ou material a ser trabalhado permanece relativamente fixo enquanto os executores, os materiais e as ferramentas movimentam-se, Figura 3. Isso ocorre em situações em que todo o processo produtivo se desenvolve em uma área restrita, como no caso de produção artesanal, construção de navios, aviões e equipamentos de grande porte.

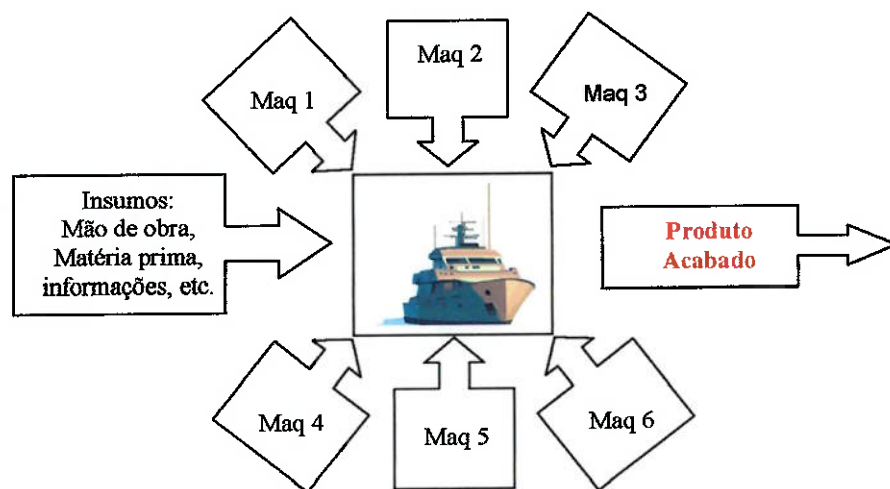


Figura 3 – Layout Posicional ou Posição Fixa

- **Layout por Processo, Funcional ou Departamental**, representado pela Figura 4, requer que todos os processos e equipamentos de mesmos tipos ou tecnologias sejam organizados na mesma área e também operações ou montagens semelhantes sejam assim agrupadas. O material se move por meio dos diversos processos até se obter o produto final. MARTINS e LAUGENI (1998)

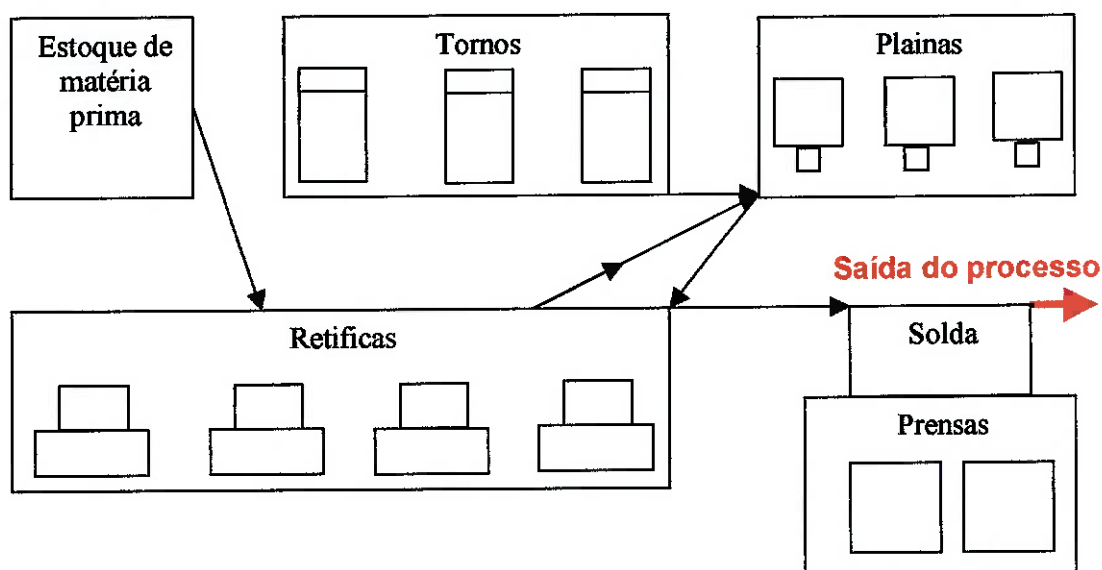


Figura 4 – Layout por Processo, Funcional, Departamental (MARTINS e LAUGENI, 1998)

- **Layout em Linha, por Fluxo ou por Produto** – neste tipo, Figura 5, os equipamentos são dispostos de acordo com a sequência de fabricação do produto, situando-se um imediatamente após o outro, o que facilita o controle do processo, minimiza o manuseio de materiais e movimentação de pessoas, uma vez que o material percorre um caminho previamente definido.

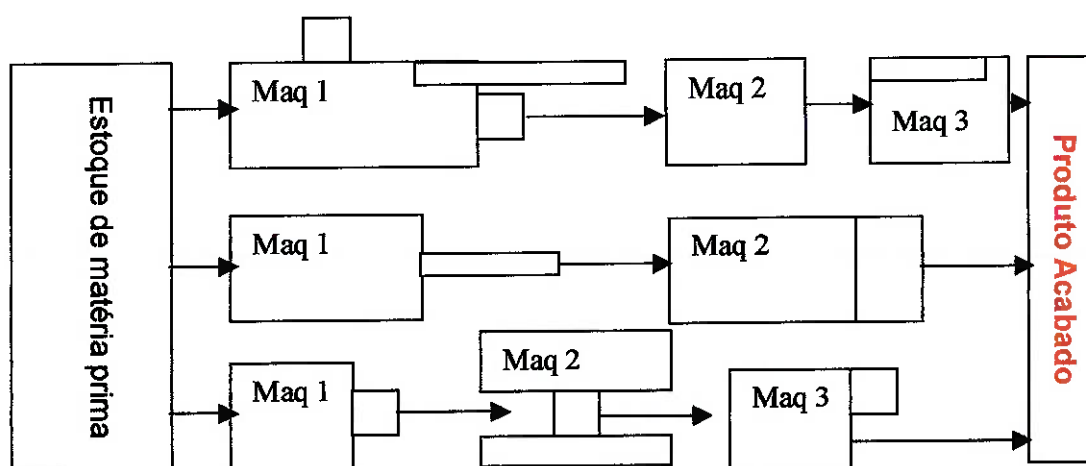


Figura 5 – Layout em linha, por fluxo ou por produto (MARTINS e LAUGENI, 1998)

- **Layout Celular** – Neste tipo de arranjo, o material em processo, ao chegar para operação, é direcionado para uma determinada área da planta (célula) onde ocorrerão as várias etapas de seu processamento. A célula concentra todos os recursos necessários para isso e pode ter os seus equipamentos organizados por produto ou por processo.

Com a célula, procura-se confinar os fluxos (movimentação de materiais) a uma região específica da planta, reduzindo-se os efeitos negativos de fluxos intensos por longas distâncias. As células são normalmente organizadas em forma de “U”, o que as torna mais eficientes em termos de movimentação dos materiais e pessoas que se posicionam em seu interior e manipulação das ferramentas.

Os conceitos de manufatura celular decorrem da teoria da tecnologia de Grupos, originária da Rússia, que permite identificar as similaridades básicas entre peças e processos de fabricação a partir de sua classificação e codificação estruturada.

Com a codificação, torna-se possível determinar o roteiro de fabricação, pois os passos ficam claros em função do código. A padronização é viabilizada com a redução de partes, pois é facilitada a identificação para utilização nos novos projetos, itens já existentes, e as peças similares podem ser agrupadas em famílias e fabricadas numa mesma máquina, ferramental ou conjunto de máquinas e ferramentais. Essa forma de arranjo é a célula de produção (MARTINS e LAUGENI 1998). A Figura 6 ilustra quatro famílias de peças que são processadas em quatro tipos de máquinas e a reorganização em célula de produção que promoverá a melhora do processo, e a Figura 7, ilustra uma célula em “U”, que é normalmente utilizada para produzir um ou mais produtos.

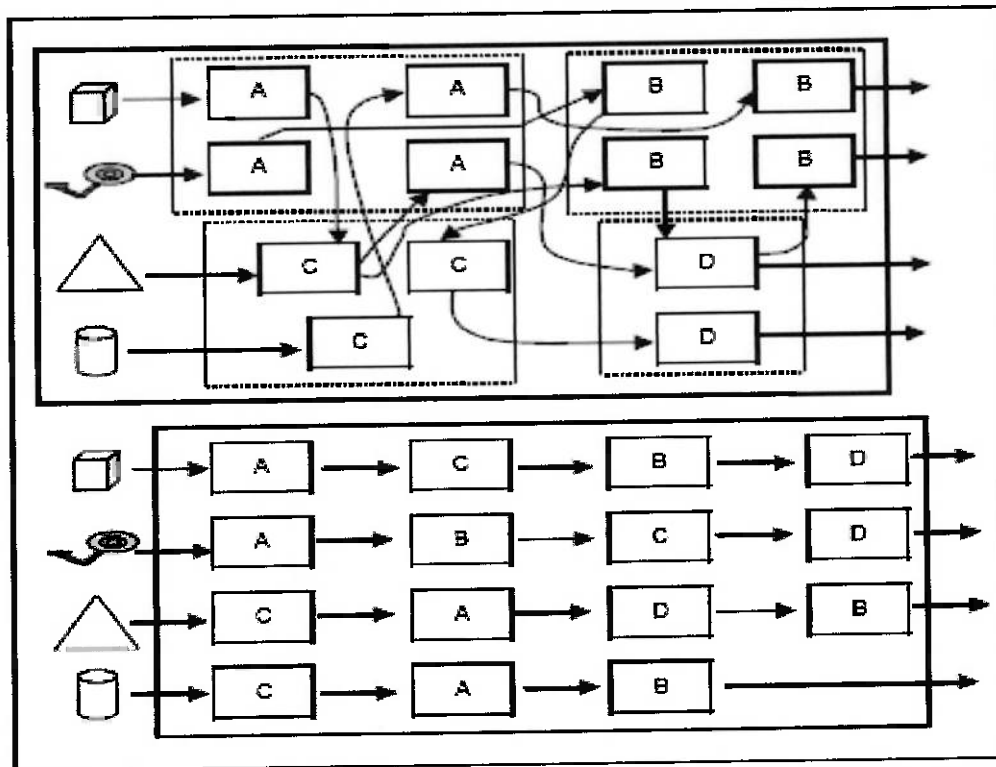


Figura 6 – Tecnologia de grupo para Célula de Produção (MARTINS e LAUGENI, 1998)

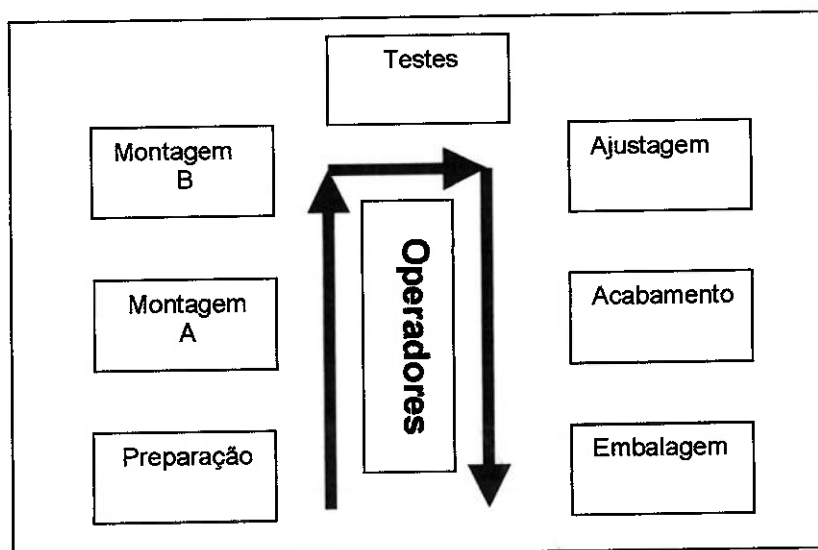


Figura 7 – Célula de produção em "U" (MARTINS e LAUGENI, 1998)

3 FLUXO DE VALOR

3.1 Especificando o Valor

Este é o ponto de partida para o Pensamento Enxuto e de importância crucial. Embora o valor seja algo definido pelo cliente, como sendo a capacidade do produto (bem ou serviço) de atender suas necessidades ao preço e no momento específico, o produtor é que em última instância cria este valor, conforme Womack e Jones (2004) é para isso que o produtor existe na perspectiva do cliente.

Imai (1992) chama a atenção para o fato de que o consumidor é quem faz o julgamento final de todos os esforços da administração de uma organização, pois ele, o consumidor, é quem faz as exigências em termos de qualidade, preço e principalmente programação (prazo).

A compreensão e especificação do que é valor para o cliente é uma tarefa que requer treinamento e cuidado, para começar o questionamento a partir do ponto correto. O processo inicia-se no projeto e desenvolvimento do produto que deve ter uma equipe formada por colaboradores das diversas áreas de conhecimento e liderados por um elemento com poder e status de decisão, que no Sistema Toyota de Produção recebeu a denominação de Shusa. A equipe de projeto deve estabelecer uma comunicação com o cliente para identificar o que realmente representa valor para ele.

Nas empresas Enxutas, ao contrário das empresas de produção em massa, a equipe de projeto e desenvolvimento de um novo produto é mais numerosa no início do projeto, pois é quando se requer mais interações e discussões de problemas que devem ter suas soluções ótimas já nesta fase com o uso da Engenharia Simultânea.

Um produto novo, pela abordagem enxuta, deve ter sua especificação de

valor conduzida por equipes de habilidades diversas, como em projeto geral, em engenharia detalhada, em compras, em equipamentos, em planejamento da produção, etc. e normalmente reunidas em um mesmo espaço, pois requer análises de mercado, custos, processos, logística entre outras, pois todas requerem dados interativos.

Uma metodologia de trabalho de comprovada eficiência na definição de valor para o cliente e que reduz o tempo desta atividade é o QFD (*Quality Function Deployment*), desdobramento da função qualidade, que promove a padronização do trabalho de desenvolvimento fazendo com que a equipe siga uma mesma filosofia.

O método foi originalmente proposto por Yoji Akao e é a tradução para o inglês dos seguintes termos japonês: Hin Shitsu (qualidades, atributos, características); Ki No (função, mecanização); e Tem Kai (desdobramento, difusão, desenvolvimento, evolução). A Toyota utiliza o QFD desde 1977, com resultados significativos, segundo a empresa (AMATO, 2001).

Entre Janeiro de 1977 e Abril de 1984, a Toyota lançou quatro novos veículos tipo *Van* no mercado, e tomando 1977 como base, os custos de início de produção em 1979 sofreram uma redução de 20%, em 1982 uma redução de 38% e em abril de 1984 a redução já era de 61%. Durante esse período o tempo de desenvolvimento do produto foi reduzido em um terço, melhorou a qualidade pela redução do número de revisões de engenharia, além do aumento de satisfação do cliente, melhor desempenho do produto, redução de chamados de garantia, promoção da transmissão dos conhecimentos adquiridos, melhoria na documentação e melhoria da comunicação entre departamentos, (AMATO, 2001).

Comparativamente ao tradicional método da produção em massa, com uma equipe dedicada ao projeto usando rigorosamente o QFD, o tempo e o esforço para o lançamento de um produto são reduzidos à metade, o índice de sucesso

correspondente as necessidade dos clientes é muito mais alto, e o projeto se desenvolve continuamente até entrar em produção, com poucos retrabalhos e retro fluxos (WOMACK e JONES, 2004).

O QFD, como sistema formal para identificar os desejos dos clientes e eliminar características dos produtos e atividades que não representam valor para o cliente, consagrou-se inicialmente na Bridgestone Tire Coporation e na Mitsubishi Heavy Industries em fins dos anos 60. A aplicação do QFD exige listar todas as características que sejam possíveis expectativas dos clientes e estas, por sua vez, devem ser desdobradas em detalhes cada vez mais específicos e contemplados no projeto do produto (como o exemplo do fabricante de sabonetes que perfumou a embalagem quando percebeu, via filmes de um circuito interno de supermercado, que, para a decisão de compra, os clientes antes cheiram cada tipo de sabonete).

O principal objetivo é identificar oportunidades de melhorias, portanto o processo de QFD deve ser repetido até que o cliente não mais consiga identificar características que possam ser melhoradas (GAITHER e FRAZIER, 2001).

3.2 Identificando o Fluxo de Valor

De acordo com Rother e Shook (2002) “um fluxo de valor é toda a ação (agregando valor ou não) necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais”, na prática existem aquelas atividades que agregam valor ao produto e aquelas que não agregam valor, mas são necessárias e indispensáveis ao fluxo.

Seguindo o fluxo de valor, desde a partícula mais básica da natureza até o produto no consumidor, percorre-se um longo caminho entre as diversas empresas e unidades produtivas, o que extrapola os objetivos deste trabalho. Para o propósito deste trabalho, a meta é abordar a importância de se identificar o fluxo de valor da

matéria-prima até o produto entregue ao consumidor, que é o fluxo de produção, e o fluxo da concepção ao lançamento de um produto, que é o fluxo do projeto do produto, pois são estas as áreas onde mais se busca a implantação dos métodos enxutos, e estão mais aderentes à realidade da empresa estudada. Sob a perspectiva do fluxo de valor, a empresa deve buscar a melhoria do todo, não só melhorar partes do fluxo, adotando uma visão ampla ao invés de focar processos individuais. A Figura 8 ilustra a abordagem de fluxo de valor total e a pretendida por este estudo.

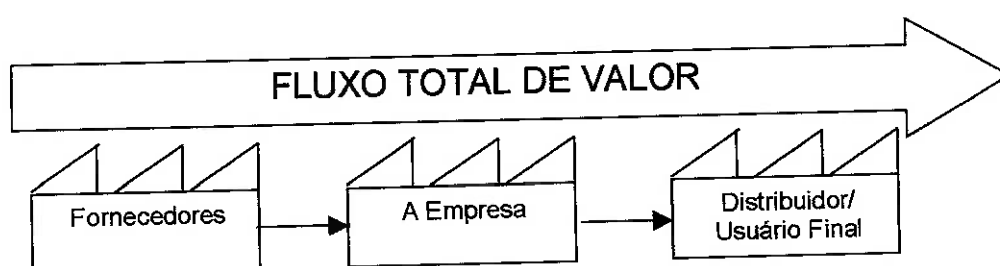


Figura 8 – Fluxo de Valor (ROTHER e SHOOK, 2002).

3.2.1 Como, Porque, o que Mapear no Fluxo de Valor.

No mapeamento do fluxo de valor, a simplicidade e concentração, que são características intrínsecas à cultura oriental, assumem especial importância, pois poucos recursos tecnológicos são requeridos, apenas lápis e papel, para representar o fluxo de valor no modelo atual, e entender o fluxo de material e de informação na medida em que o produto caminha, isto é, segue-se o caminho da produção de um produto do consumidor ao fornecedor de insumos, passando pelo fluxo interno, que constitui o principal interesse, representando com um desenho cada processo deste fluxo.

Feita a representação da situação atual, formula-se um fluxo em resposta às questões de melhoria, isto é, o mapa do estado futuro representando como o valor deveria fluir.

Rother e Shook (2002) justificam a importância do mapeamento do fluxo de valor, por ser ele uma ajuda na visualização real do fluxo como um todo, ao invés de processos individuais, por permitir identificar as fontes de desperdícios, para eliminá-las, por padronizar a linguagem, tornando visíveis as decisões sobre o fluxo e permitindo sua discussão; por reunir em uma única ferramenta conceitos e técnicas enxutas, por formar a base de um plano de ação, mostrar o que nenhuma outra ferramenta mostra: a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material, e por ser uma ferramenta qualitativa, que representa etapas que agregam valor, *Lead Time*, distância percorrida, quantidade de estoque entre outros, detalhando como a unidade produtiva deveria operar para criar valor real. O mapeamento de valor descreve como a empresa atingirá os números que ela estabeleceu como metas.

Embora o que se percebe mais nitidamente no fluxo de produção seja o movimento de materiais, por ser físico, no mapa do fluxo de valor, para o Pensamento Enxuto, a informação merece um tratamento no mesmo nível de importância, pois é ela o meio de comunicação, é quem garante que um processo somente será acionado quando o processo seguinte solicitar.

Recomenda-se que, para o desenho do fluxo de valor, seja focalizada uma família de produtos, isto é, um grupo de produtos que têm processos e etapas semelhantes, ao invés de tratar todos os produtos concomitantemente. Uma forma de identificar famílias de produtos é montar uma matriz relacionando produtos e processos, o que indicará os produtos cujos processos possuem mais afinidades. A Figura 9 ilustra este processo, formando as famílias de produtos: "A, B, C", "D, E" e "F, G".

		ETAPAS DE MONTAGEM & EQUIPAMENTOS							
		1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUTOS	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

Figura 9 – Matriz de Identificação de Famílias (ROTHER e SHOOK, 2002).

3.2.2 Gerenciando o Fluxo de Valor

O fluxo de valor para uma família de produtos extrapola os limites de um departamento, e às vezes da unidade fabril. Para organizar e articular o fluxo faz-se necessário atribuir esta responsabilidade a uma pessoa, um gerente de fluxo, que coordenará e promoverá as melhorias no fluxo de cada família de produtos.

O gerente do fluxo de valor deve reportar-se à maior autoridade produtiva, pois, conforme Rother e Shook (2002), ele deve fazer acontecer todas as mudanças de melhorias, enxergar além das fronteiras dos fluxos de valor, é a gerência fazendo Kaizen. As melhorias no fluxo de valor são denominadas Kaizen de Fluxo, as melhorias com redução de desperdício no chão de fábrica são denominados Kaizen de Processos, ambos são importantes, diferenciam-se pelo fato de o primeiro centrar-se no fluxo de material e informação e o segundo no fluxo das pessoas e dos processos, a melhoria em um promove melhoria no outro, e a responsabilidade por suas implementações são atribuídas a staff diferentes. Conforme ilustrado na Figura 10, o kaizen de fluxo é mais dependente da alta administração, enquanto o de processos é geralmente atribuição da média administração à linha de frente.

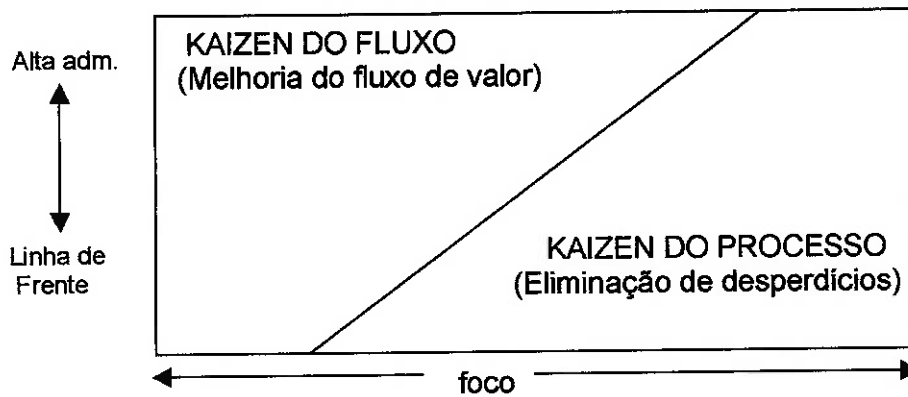


Figura 10 – Tipos de *Kaizen* (ROTHER e SHOOK,2002).

3.2.3 Instrumentos de Mapeamento

Para a preparação do mapeamento do fluxo de valor, deve-se seguir as etapas mostradas na Figura 11, sendo que o principal foco é o desenho do estado futuro, com as melhorias planejadas implantadas e as tarefas indesejadas eliminadas. Rother e Shook (2002) demonstram que no mapeamento do fluxo de valor atual se visualizam com maior facilidade as oportunidades de melhorias, sendo inclusive nesse instrumento identificados, com a simbologia adequada, os processos onde devem ser feitos Kaizen, para que o fluxo futuro seja melhor que o atual.

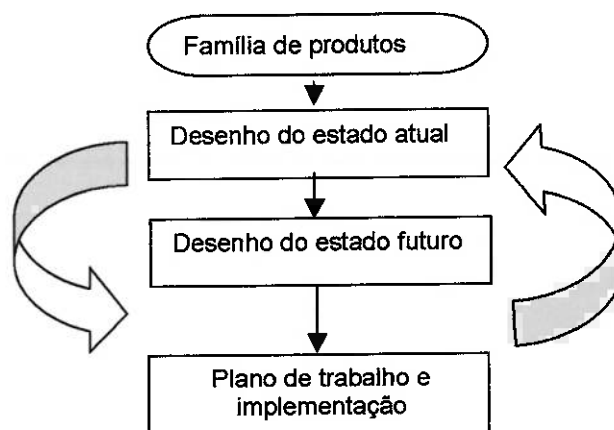
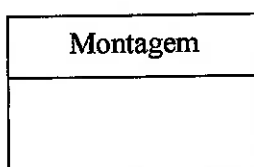


Figura 11 – Etapas do mapeamento do fluxo (ROTHER e SHOOK,2002).

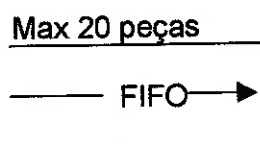
O mapa do fluxo de valor, como já mencionado, segue uma simbologia (ícones) própria, para representar o fluxo de material e o fluxo de informação, além dos ícones gerais, cujas principais funções são: dar uma boa informação visual e permitir o mapeamento com recursos manuais mínimos. Para o mapeamento do fluxo usam-se os seguintes ícones e suas respectivas definições (ROTHER e SHOOK,2002):



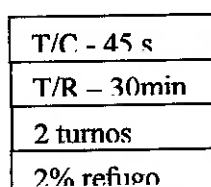
Processo de Produção: equivale a uma área do fluxo. Todos os processos devem ser identificados. Pode representar também um departamento.



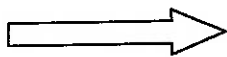
Contatos Externos: representa fornecedores, clientes e processos de produção externo.



Dispositivo para limitar quantidades e garantir o fluxo entre dois processos, garantindo o consumo "primeiro que entra primeiro que sai". Indicar quantidade máxima.



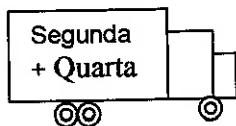
Caixa de Dados: registra informações relativas a um processo de manufatura, departamento ou cliente.



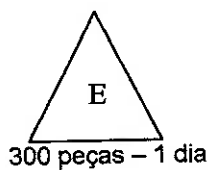
Movimento de produtos acabados para o cliente e matéria prima do fornecedor.



Produção Empurrada: O item é produzido e enviado à operação seguinte sem que esta tenha solicitado, normalmente seguindo uma programação.



Entrega por caminhão: Anota-se a frequência das entregas.



Estoque: a quantidade média estocada e o tempo de cobertura devem ser anotados.



Supermercado: um estoque controlado de peças em um processo anterior, com dificuldade de nivelamento.



Retirada: Indica a puxada de materiais, geralmente de um supermercado.



Fluxo de informação manual. Uma programação de entrega por exemplo.



Kanban chegando em lotes.



Programação da produção "você vê": ajusta a produção verificando os níveis de estoque.



Necessidade de *Kaizen* : indica os processos que precisam ser melhorados para se atingir o fluxo de valor ideal.



Estoque de Segurança ou Pulmão. A quantidade deve ser anotada.



Operador: representa uma pessoa vista de cima.

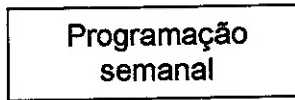
3.2.3.1 O Mapa do Fluxo de Valor

Nas páginas seguintes são ilustrados, com a utilização dos ícones anteriormente citados, nas figuras 12 e 13, os mapas do fluxo de valor atual e futuro de uma empresa, objetivando um melhor entendimento pelo leitor.

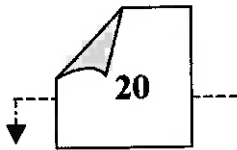
Rother e Shook (2002) chamam a atenção quanto à importância de se identificar precisamente o que é valor em um produto a partir da ótica do consumidor, para que não se corra o risco de melhorar o fluxo de valor e fornecer ao



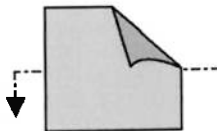
Fluxo de informação eletrônica.



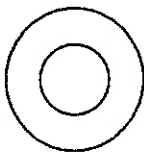
Informação: descreve um fluxo de informação.



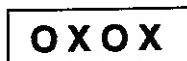
Kanban de Produção: é um cartão que avisa a um processo quanto e o que deve ser produzido. Usa-se um por container e as linha pontilhadas indicam a rota do *Kanban*.



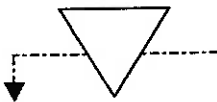
Kanban de Retirada: Cartão ou dispositivo usado para solicitar a movimentação de materiais de um supermercado ou processo anterior para o processo consumidor.



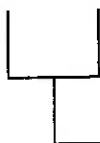
Bola para puxada sequenciada: instrui a produção imediata de uma quantidade e tipo predeterminado, geralmente de uma unidade, sem usar o supermercado.



Nivelamento de carga: Ferramenta para nivelar o volume e mix de produção.



Kanban de Sinalização: Usa-se um por lote, indica quando o ponto de reposição é atingido e novo lote deve ser produzido. Usado em processos com *setup* longo (produz em lote).



Posto de *Kanban* : Local para manter e coletar o *Kanban* para transferência.

consumidor final o que ele não deseja, por isso, o mapeamento tem como primeiro objetivo aperfeiçoar o atendimento das necessidades do cliente.

3.3 Organizando para o Fluxo de Valor Fluir

Ter um mapa do estado futuro de nada adianta se não for atingida a situação futura desejada. De acordo com Womack e Jones (2004), estando especificado com precisão o valor, o seu fluxo devidamente mapeado na situação atual e as etapas que geram desperdício ou que não agregam valor para o cliente identificadas para serem eliminadas no mapa futuro, deve-se dar o próximo passo, que é fazer com que o valor realmente flua.

Esta etapa requer mudanças profundas na forma de entender a organização e no comportamento gerencial. Justifica-se esta preocupação pelo fato de em todo o mundo ter se desenvolvido e ainda se praticar uma cultura de departamentos, lotes e filas, o que é contrário à Mentalidade Enxuta, que exige um fluxo contínuo de valor, do projeto ao pedido até a fabricação do produto. É na organização e padronização deste processo de geração de valor que o gerente do fluxo tem a oportunidade de utilização das principais ferramentas enxutas, pois as mudanças exigem Kaizen, pequenas e constantes melhorias para viabilizar o fluxo desejado ou o *kaikaku* que são as mudanças grandes e radicais. É preciso transformar os departamentos e lotes em equipes e fluxo, que por si só promovem segundo Womack e Jones (2004), uma grande redução no tempo decorrido da concepção ao lançamento, da venda à entrega, da matéria-prima ao cliente.

Com a introdução do fluxo enxuto, os projetos que levavam anos passam para meses de execução, o processamento de pedidos cai de dias para horas, o tempo de passagem pela produção (*throughput*) de semanas ou meses para minutos.

Com a adoção da Mentalidade Enxuta em todo o fluxo, é redefinido o trabalho das funções permitindo a contribuição de forma positiva das pessoas na criação do valor, incentivando-as a falar de suas reais necessidades em cada ponto do fluxo, exigindo um fluxo enxuto para cada produto ou família e o repensar da empresa, funções e carreiras convencionais. As ferramentas que devem ser utilizadas para a implantação do fluxo enxuto são apresentadas mais detalhadamente em parágrafos à frente.

Ohno (1996) enfatiza que um fluxo enxuto, ou produção *Just-in-time* significa ter reduzido ao mínimo o tempo entre a emissão do pedido pelo cliente e o seu efetivo atendimento pela entrega do produto nas condições por ele especificadas, o que não é simples, pois requer o conhecimento e a aplicação das diversas ferramentas enxutas. A implantação deste processo pode ocorrer em segundos para algumas fases e demorar anos em outras.

O passo mais importante é a definição do *Takt Time*, que representa o intervalo de tempo entre a produção de um produto e outro, e que é calculado dividindo-se o tempo disponível em um período de trabalho pela demanda do cliente neste período, por exemplo, em um setor de usinagem que trabalha 7 horas diárias produzindo um item cuja demanda é de 500 unidades por dia o *Takt Time* deve ser 420 minutos dividido por 500 unidades, resultando em Takt de 0,84 minutos ou 50,4 segundos por unidade. É a partir do *Takt Time* que se inicia o estudo da capacidade de atendimento à demanda pela capacidade instalada, pois o sistema deve produzir apenas o que, quanto e quando o cliente desejar.

3.4 O princípio “puxar”

Os sistemas enxutos podem fabricar qualquer produto em produção atualmente, acomodando as flutuações da demanda. Com o uso desse sistema, melhora-se o fluxo de caixa devido à redução de estoques e acelera o retorno do investimento pela maior velocidade na transformação de insumos em produtos finais.

Com a capacidade e flexibilidade para projetar, programar e fabricar o que o cliente quer, quando o cliente quer, a Empresa Enxuta, torna-se menos dependente da projeção de vendas para antecipar a produção, ou seja, a empresa deixa que o cliente puxe o produto quando necessário ao invés de empurrar produtos indesejados. Além disto, como os clientes sabem que terão o que querem imediatamente, a demanda torna-se muito mais estável.

Um exemplo de desperdício pela não adoção ao princípio do pensamento enxuto “Puxar”, é da editora que imprime milhares de exemplares de um novo livro e envia para as livrarias com intenção de aproveitar o auge do interesse do leitor, já que o tempo da impressão à entrega nas livrarias é longo e não se consegue prever com precisão a demanda.

O que muitas vezes ocorre é a sobra de muitos exemplares que são devolvidos e destruídos. A solução é a gráfica aprender a imprimir e repor o estoque das livrarias em curto espaço de tempo, (WOMACK e JONES, 2004). Muito importante na formatação e implantação do estado futuro, conforme Rother e Shook (2002), é visualizar este novo estado, “puxado”, como uma série de fluxos conectados por “*loops* do fluxo de valor”. Cada *loop* é um ponto de “puxada” e inclui o fluxo de material e o de informação entre o cliente e o fornecedor, interno ou externo.

3.5 O Princípio da Perfeição

O quinto conceito do pensamento enxuto é uma orientação para a retomada do primeiro princípio, pois o processo de redução de esforço, tempo, espaço, custo e erros é infinito, e a aproximação do produto ao que o cliente realmente quer fica sempre maior. Isso ocorre pela grande interação entre os princípios de valor, identificação do fluxo de valor, organização do fluxo e sistema de puxar, pois à medida que o valor flui mais rapidamente, os desperdícios ficam mais visíveis, quanto mais puxar, mais aparecerão os obstáculos, permitindo sua eliminação. Um estreito contato com os clientes, externos ou internos, permitirá identificar e especificar valor com mais precisão e melhorar o fluxo e a puxada.

Às vezes, a eliminação de desperdícios é alcançada via novas tecnologias de processo e novos produtos apesar de em geral ser de extrema simplicidade na empresa Enxuta. Outro estímulo à perfeição é atribuído à transparência requerida por esta metodologia de gestão, isto é: fornecedores, integradores, distribuidores, clientes, funcionários, que podem ver tudo e descobrir as oportunidades de melhoria para criação de valor. Além disso, há um retorno instantâneo e positivo que transforma este processo em um ciclo virtuoso de melhorias que promove o aumento da satisfação do cliente, da competitividade e do crescimento da organização.

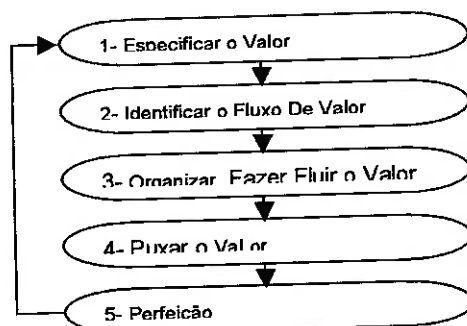


Figura 14 - Princípios da mentalidade Enxuta e suas Interações

4 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

4.1 Caracterização do Trabalho

Este trabalho caracteriza-se como um estudo de caso sobre a implantação da metodologia Mentalidade Enxuta em uma Linha de Produção.

A estratégia para o desenvolvimento do trabalho consistiu primeiramente definir a área a ser estudada, recaindo na gestão da produção por sua importância estratégica na geração e agregação de valor, uma vez que, para a existência de todo produto, seja ele bem ou serviço é requerido um processo de produção. Em seguida, buscou-se a metodologia de gestão da produção mais aderente às linhas de pesquisa do curso de MBA em Gestão de Manufatura e Serviços Industriais.

Motivado por sua comprovada eficácia como alavanca da competitividade de empresas, regiões e países, a Mentalidade Enxuta surgiu como a ideal, e a viabilidade do estudo de caso decorreu na Planta de Santo André da Johnson Controls Automotive Ltda.

O desenvolvimento do trabalho teve características de pesquisa Documental, pois é aquela em que a coleta de dados é feita por meio de documentos, escritos ou não e no momento em que o fato ocorreu ou depois, podendo ser estes dados contemporâneos ou retrospectivos. O acesso aos dados foi conseguido no processo de implantação do projeto, em reuniões com os membros dos Times, com o *Lean Implementer* e em entrevista com o Diretor de Qualidade e Melhoria Continua, sendo as entrevistas às vezes estruturadas, dependendo da complexidade do assunto. Outra forma de acesso aos dados e informações foi a comunicação por meio do correio eletrônico.

A análise dos resultados é feita com base na revisão de literatura, nos objetivos de produtividade da empresa, e em bases comparativas com índices históricos da empresa. Este modelo de pesquisa é definido como um processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico, pois busca respostas para problemas, mediante o emprego de procedimentos científicos e por meio da comprovação de hipóteses que, por sua vez, são pontes entre a observação da realidade e a teoria científica, que buscam explicar a realidade.

4.2 A Escolha da Empresa

A opção pela empresa Johnson Controls Automotive, uma líder global em seu segmento deve-se ao fato de a mesma possuir um programa *Lean Manufacturing* de abrangência global em plena fase de implementação.

Outros motivadores do estudo nesta empresa foram: a disponibilidade de informações, dados e registros referentes ao plano de implantação e evolução do programa, a boa acessibilidade à empresa, a seus colaboradores, a importância atribuída ao programa de *Lean Manufacturing* e evidenciada em seu plano estratégico.

O envolvimento dos funcionários com o programa e o ambiente mercadológico em que a empresa atua, com grandes interferências de sazonalidade, diversidade de produtos, forte concorrência, e constantes mudanças tecnológicas, que exigem alto grau de flexibilidade, rapidez, qualidade, custos e confiabilidade do sistema.

4.3 Organização do Estudo de Caso

O estudo está organizado de forma a apresentar ao leitor a metodologia utilizada pela Johnson Controls, para a justificativa estratégica do *Lean Manufacturing*.

Apresenta-se o cronograma de implantação do programa, o processo de capacitação dos colaboradores, procedimentos para definição do fluxo de valor, organização das células de produção, metodologias e ferramentas Lean utilizadas na estruturação da linha, indicadores de desempenho do fluxo enxuto, metodologia para padronização do que foi melhorado e para busca da perfeição, avaliação dos resultados atingidos com a metodologia Lean, por meio dos indicadores de desempenho da empresa em relação aos objetivos do sistema de gestão anterior em um dos fluxos de valor.

4.3.1 Justificativas Estratégicas

Um Programa voltado ao *Lean Manufacturing* é uma decisão estratégica, pois requer mudanças na cultura organizacional, o realinhamento em relação aos objetivos globais e investimento.

4.3.2 Capacitação para o *Lean*

Neste capítulo apresenta-se a forma de organização administrativa global, regional e local, adotada pela empresa para viabilizar seu programa *Lean*. Quais habilidades foram desenvolvidas nos gestores do programa, quais as funções e

atividades atribuídas aos profissionais dedicados ao programa, como são desenvolvidas as habilidades dos gestores, como é feito o envolvimento dos colaboradores, que tipo e quais consultorias externas são necessárias e por quanto tempo.

4.3.3 Processo de Implementação do Programa

Trata-se da apresentação do plano estratégico para a implantação, o desenvolvimento do projeto, as ferramentas de gestão do projeto (cronogramas, redes, etc.), os riscos, a comunicação e o controle. O objetivo específico deste estudo é o fluxo de valor dedicado a uma família de produtos denominada de Interiores do grupo Automotivo em uma de suas linhas de montagem de bancos automotivos para a GMB, demonstrando e discutindo as ferramentas *Lean Manufacturing* aplicadas em sua organização, os resultados atingidos, os indicadores de desempenho utilizados e sempre embasado à revisão literária.

Porém, como o objetivo estratégico da empresa é corporativo apresenta-se o plano macro do programa, e, breves abordagens para contextualizar as interfaces entre os diversos níveis: Global, Regional, Local.

4.3.4 Escolha do Fluxo de Valor e da Linha de Produção

A seleção da linha de montagem de bancos para os veículos Astra, Vectra e Corsa da GMB, seguiu o critério de excelência em termo de utilização das ferramentas *Lean* e disponibilidade dos registros históricos relacionados à implantação do programa, o acompanhamento e controle dos indicadores de

resultados, o que faz da mesma *Benchmarking* para a empresa na organização de novas células e treinamento dos colaboradores.

4.3.5 O Processo de Organização do Fluxo de Valor

Trata-se de capítulos destinados à apresentação do processo de organização dos produtos em famílias, o conceito de afinidade adotado pela empresa, os roteiros de fabricação, a análise do fluxo de Valor, os mapeamentos do fluxo no estado atual futuro o projeto de capacitação da linha de produção, os planos de ações, as definições dos indicadores de desempenho, o *layout*, os sistemas de comunicação, a capacitação da mão-de-obra, a operacionalização e monitoramento da linha.

4.3.6 Fatores Críticos de Implantação

Em um projeto, existem situações de risco representadas por condições incertas, que se ocorrerem, terão um efeito positivo ou negativo no objetivo do projeto, e devem ser previstos no planejamento do mesmo.

Para se prevenir das ameaças e potencializar as oportunidades, os fatores considerados como dificuldades, relatadas em depoimentos dos envolvidos na implantação do programa *Lean Manufacturing* e não previstas como fatores de risco são avaliados.

Busca-se identificar quais foram as estratégias adotadas pela empresa para superar estas dificuldades e evitar suas reincidência, como são feitos os registros das lições aprendidas e sua comunicação.

4.3.7 Indicadores de Desempenho, Implantação de Melhorias.

Apresentam-se capítulos com os indicadores de desempenho, a estratégia da empresa para a manutenção, medida e melhoria da produtividade da linha de produção, as ferramentas de planejamento das melhorias, bem como sua elaboração implantação e reavaliação dos resultados.

4.3.8 Discussão dos Resultados

Este capítulo destina-se à análise dos indicadores e das estratégias adotadas pela empresa na gestão de seu programa *Lean Manufacturing*, destacando os pontos positivos, negativos ou indicando oportunidades de melhoria à luz dos dados manipulados e da literatura estudada. É feita uma abordagem analítica, demonstrando a relação dos objetivos estratégicos corporativos, com o os objetivos do fluxo de valor da linha de produção.

4.3.9 Conclusão e Identificação de Oportunidades para outros Estudos

Este capítulo apresenta uma reflexão à luz da análise bibliográfica, quanto aos benefícios e contribuições deste estudo para o pesquisador, empresa, universidade e estudiosos do assunto, apresentando eventuais oportunidades para novas pesquisas e aprofundamentos.

4.3.10 Divulgação do Trabalho

A divulgação, deverá ocorrer nos eventos com objetivos acadêmicos em universidades, em seminários e congressos científicos, bem como sua disponibilização nas bibliotecas da empresa e universidade entre outros.

5 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

5.1 Histórico da empresa

Em 1883, Warren S. Johnson, um professor na State Normal School em Whitewater, Estado de Wisconsin, recebeu uma patente para o primeiro termostato elétrico para ambiente.

A sua invenção lançou a indústria de controles concebida para edifícios e foi o impulso para uma nova empresa. O Sr. Johnson, juntamente com um grupo de investidores de Milwaukee, em 1885 formou a sociedade comercial Johnson Electric Service Company que em 1974 passaria a ser chamada de Johnson Controls.

Com a aquisição, em 1985, da Hoover Universal, Inc. baseada em Michigan, a Johnson Controls penetrou também no mercado da indústria de interiores automotivos. Atualmente a empresa é uma das maiores produtoras do mundo de assentos automotivos, com fábricas nos cinco continentes.

5.2 Estrutura Organizacional

Alguns dos principais números que caracterizam a Johnson Controls, globalmente, são apresentados a seguir, e servem como indicativos de complexidade do ambiente em que os processos de gestão estão inseridos.

- US\$ 32 bilhões de vendas anuais
- 4 Grupos de Produtos
- 1000 postos de negócios em 125 países
- 136.000 Funcionários

Na região sul-americana desde 1995 a Johnson Controls inaugurou sua primeira unidade em São Bernardo do Campo, São Paulo e atualmente tem 13 unidades de negócios, conforme distribuição:



Figura 15 – Unidades Johnson Controls na América do Sul

Para a gestão deste empreendimento na América do Sul a Johnson Controls no departamento de melhoria continua se estrutura organizacionalmente de acordo com a Figura 16 e está certificada desde 1998 na ISO 9001 / QS9000, sendo ainda certificada pela ISO 14001, ISO TS 16949 e pelo BOS (*Business Operation System*). Sistema Operacional de Negócios da Johnson Controls.

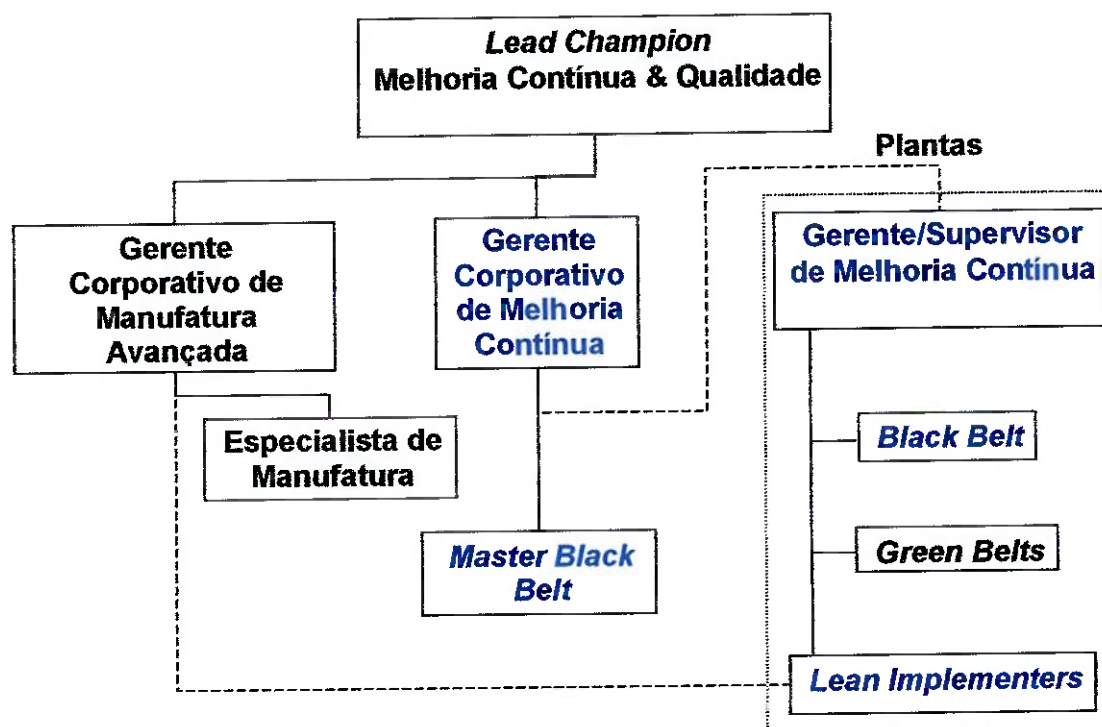


Figura 16 – Organograma da Melhoria Contínua Regional e Local

Nesta estrutura percebe-se a preocupação em manter uma grande similaridade com o processo organizacional definido no TPS (*Toyota Production System*) tal como citado por Womack, Jones (2004), orientando a implantação do programa *Lean* no estilo “*Top Down*”. O envolvimento de todos os colaboradores e a quebra de resistências são condições obrigatórias para o atendimento aos objetivos enxutos. A adoção do gerente corporativo responsável pela estratégia *Lean* em cada grupo e a utilização de um gerente de melhoria Contínua mais um *Lean Implementer* em cada unidade fabril (planta) para formar os multiplicadores e principalmente garantir a implementação de processos e alicerçar o programa estratégico corporativo, é fundamental.

Além disto a Johnson Controls seguindo a filosofia do TPS (*Toyota Production System*), implantou mundialmente o JCMS (*Johnson Controls Manufacturing System*),

System), sistema que tem como missão produzir conforme a necessidade do cliente com qualidade *six sigma*, conforme demonstrado na figura 17.

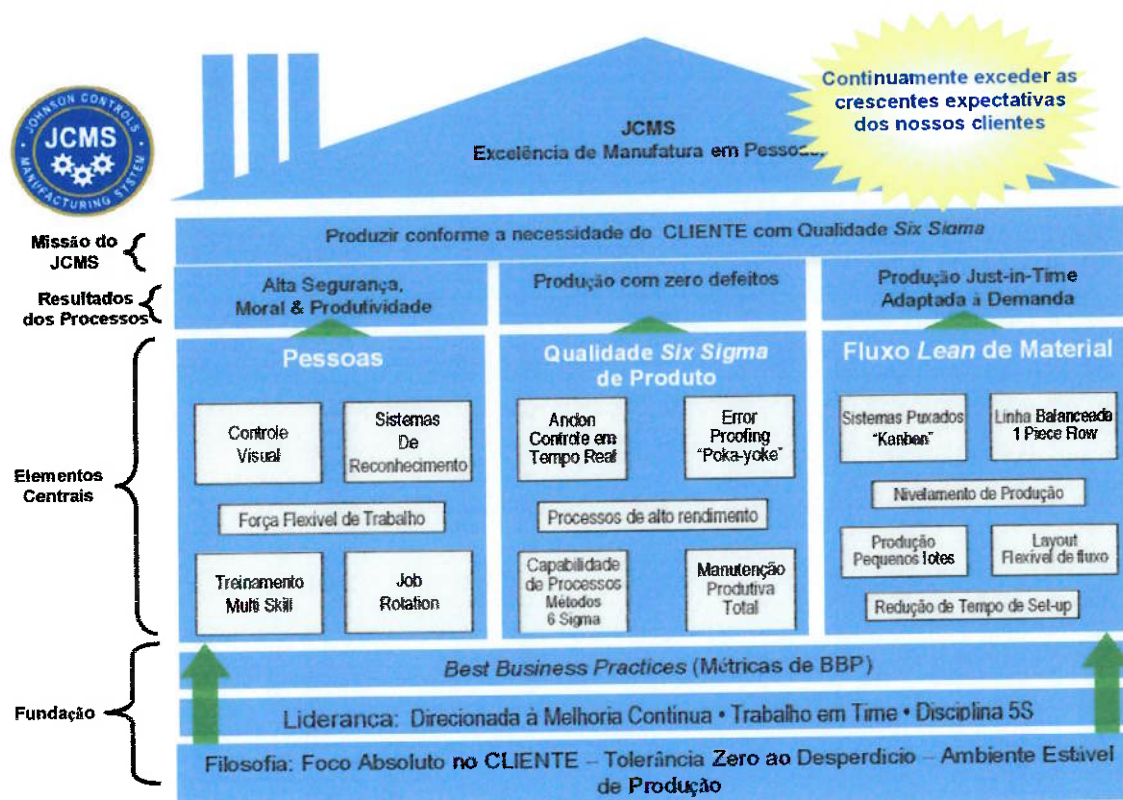


Figura 17 – Sistema de manufatura da Johnson Controls

A Johnson Controls produz e comercializa diversos tipos de produtos dentro de suas unidades. O grau de flexibilidade, característica importante da mentalidade enxuta, é fortemente influenciada pelo número de partes movimentadas dentro dos estoques.

O que se busca na metodologia *Lean* é a execução das atividades de produção após a colocação dos pedidos pelos clientes, isto é, produzir de acordo com a puxada do cliente, que no caso da Johnson Controls são milhares em todo o mundo. Isto sugere uma grande dificuldade em manter todas as atividades de forma enxuta. Além disso, a maioria de seus clientes, principalmente a indústria

automobilística se caracterizam por seus contínuos avanços tecnológicos, exigindo grande flexibilidade de processos para atender o aumento da demanda por novos produtos.

5.3 A Cultura *Lean Manufacturing*

A Johnson Controls, nos últimos 5 anos, faz uso das técnicas de gestão denominadas *Best Business Practices*, que, de acordo com Kanter (1996) é o caminho para a empresa se tornar “Classe Mundial” (*world class*).

Para ter sucesso na economia global, voltada para o cliente, empresas de todo porte independente de querer ou não se expandir internacionalmente, precisam obedecer aos padrões a que ela chama de *Best Business Practices (BBP)*.

Monitorando por objetivos, e focada em 6 indicadores:

- Custo da Mão de Obra
- Despesas Fixas
- Variação do Uso de Material
- Custo de Conversão
- Despesas Variáveis
- Perda de Inventário e Refugo

A Johnson Controls desenvolveu capacidades em seu capital humano, o que lhe garantiu impactos positivos nos indicadores sustentando o bom desempenho financeiro da corporação. Entretanto, a concorrência global continuou a exigir esforços ainda maiores para a sustentação da competitividade e a manutenção da posição de líder de mercado.

Os treinamentos recebidos pela administração combinados com as iniciativas dos objetivos, resultaram em 2002, na intensificação do *Lean Manufacturing* que ficou conhecido dentro da companhia como “uma maneira sistematizada e organizada de executar mudanças rápidas, por meio da eliminação de desperdícios”.

5.4 O Planejamento da Planta para O *Lean Manufacturing*

De acordo com Womack (2004), para começar um programa rumo à Mentalidade Enxuta, é necessário quebrar a inércia a que as pessoas estão acostumadas, e evitar resistências. Isto é conseguido via *Top Down*, ou de cima para baixo, preferencialmente em momentos de crise.

Em certas situações é sugerido que a condução das mudanças para um ambiente enxuto seja feita por alguém externo à organização, pois o que se busca na maioria das vezes é transformar uma estrutura hierarquizada em uma igualitária e totalmente aberta, já que este é um princípio fundamental do *Lean*.

O agente da mudança segundo Womack (2004) deve romper todas as regras tradicionais para impor esta nova metodologia, sendo necessário às vezes introduzir uma situação de crise. Na planta estudada, o momento de crise teve seu ápice em 2002 quando os resultados financeiros não estavam bons e a necessidade de trazer novos negócios para a mesma era uma questão de sobrevivência, sendo assim iniciou-se as mudanças que conduziram a uma postura de Mentalidade Enxuta.

A partir dessa diretriz, um plano de metas foi desenvolvido, Figura 18, para nortear as atividades de cada área da planta rumo ao *Lean*. Apresenta-se, nos capítulos subseqüentes, de forma específica, o estudo e análise do processo de implantação do *Lean Manufacturing* e os resultados nos indicadores de desempenho

do Fluxo de Valor da linha GMB. Entretanto não se pretende deixar de contextualizar a importância do *Lean* em cada setor para o alcance das metas corporativas.

Em estudo realizado junto a fabricantes ingleses de máquina, avaliou como sendo uma boa seqüência de ações necessárias à implantação da Mentalidade Enxuta; primeiramente o treinamento para melhorar a competência dos colaboradores atribuindo-lhes habilidade para decidir, flexibilidade e capacidade para sugerir melhorias.

A segunda é a descentralização das responsabilidades, reduzindo os níveis hierárquicos, delegando-as aos colaboradores e motivando-os a assumirem a responsabilidade pelas melhorias e metas globais, o que requer um sistema de comunicação, segundo ele, verticalizado, permitindo trâmite ágil e direto entre os diversos níveis da organização.

A terceira ação trata-se da organização do *layout*, sempre que possível deve ser orientado pelo princípio celular para fazer uso dos benefícios com a proximidade dos trabalhadores, que têm neste tipo de organização melhorada sua multifuncionalidade, com o conseqüente aumento de sugestões de melhorias, aproximando a qualidade e o valor do produto ao desejo do cliente.

Na modelagem do Programa *Lean Manufacturing*, percebe-se grande coerência com as ações e seqüência citada. Durante a evolução do trabalho constatou-se que a capacitação do pessoal e a estruturação do sistema de comunicação precederam a organização dos processos, e são importantes pilares do programa.

Cabe ressaltar que o plano de implantação apresenta-se de forma ampla, como diretriz de uso geral. O desdobramento de cada fase (item) é feito por meio de

planos de ações que chegam à delegação e atribuição de detalhes, como padronização de roteiros de fabricação.

Para elaboração dos planos de melhoria, admite-se uma janela de planejamento no máximo de seis meses. Portanto, ações que requeiram mais tempo para implantação dependem de aprovações especiais. O acompanhamento do programa obedece a um código de cores: verde, amarelo ou vermelho no intervalo de tempo da escala equivalente a cada atividade, indicando o seu *status*.

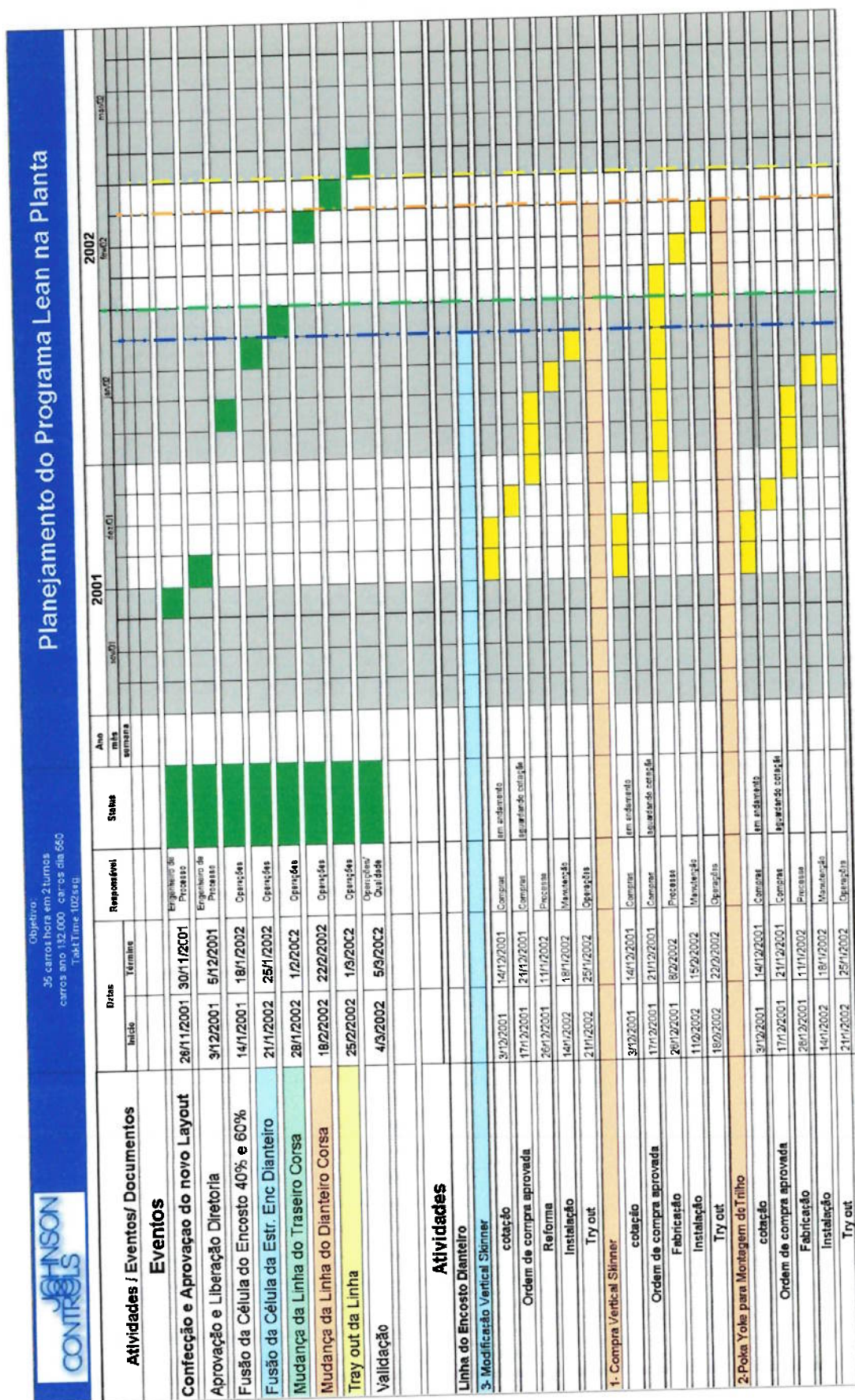


Figura 18 (1/3) – Planejamento do Programa Lean Planta

1-Instalação Elétrica e Pneumática p/ Linha Dant											
Ordem de compra aprovada	3/12/2001	14/12/2001	Compra								
	17/12/2001	21/12/2001	Compra								
	26/12/2001	28/12/2001	Processo								
	2/1/2002	8/2/2002	Manutenção								
	11/2/2002	15/2/2002	Operações								
1-Compra de Impressora Termica											
Ordem de compra aprovada	3/12/2001	14/12/2001	Compra								
	17/12/2001	21/12/2001	Compra								
	26/12/2001	18/1/2002	Processo								
	2/1/2002	25/1/2002	Manutenção								
	28/1/2002	1/2/2002	Operações								
3-Compra de Grampeadeira											
Ordem de compra aprovada	3/12/2001	14/12/2001	Compra								
	17/12/2001	21/12/2001	Compra								
	26/12/2001	18/1/2002	Processo								
	2/1/2002	25/1/2002	Manutenção								
	2/1/2002	25/1/2002	Operações								
2-Compra de Parafusadeira											
Ordem de compra aprovada	3/12/2001	14/12/2001	Compra								
	17/12/2001	21/12/2001	Compra								
	26/12/2001	18/1/2002	Processo								
	2/1/2002	25/1/2002	Manutenção								
	2/1/2002	25/1/2002	Operações								
32-Reforma dos dispositivos junção / Linha											
Ordem de compra aprovada	3/12/2001	14/12/2001	Compra								
	17/12/2001	21/12/2001	Compra								
	26/12/2001	18/1/2002	Processo								
	2/1/2002	25/1/2002	Manutenção								
	2/1/2002	25/1/2002	Operações								
32-Reforma dos dispositivos junção / Linha											
Ordem de compra aprovada	3/12/2001	14/12/2001	Compra								
	17/12/2001	21/12/2001	Compra								
	26/12/2001	18/1/2002	Processo								
	2/1/2002	25/1/2002	Manutenção								
	2/1/2002	25/1/2002	Operações								
Linha de montagem banco traseiro											
1-Instalação Elétrica e Pneumática p/ Linha Traseiro											
Ordem de compra aprovada	3/12/2001	14/12/2001	Compra								
	17/12/2001	21/12/2001	Compra								
	26/12/2001	18/1/2002	Processo								
	2/1/2002	25/1/2002	Manutenção								
	2/1/2002	25/1/2002	Operações								

Figura 18 (2/3) – Planejamento do Programa Lean Planta

1-Compra de Impressora Termica									
colação	3/12/2001	4/12/2001	Compras						
Ordem de compra aprovada	17/12/2001	21/12/2001	Compras						
Prazo de entrega	26/12/2001	31/12/2002	Processos						
Instalação	28/12/2002	1/2/2003	Manuseio						
Try out	28/12/2002	1/2/2003	Operações						
3-Compra de grampoelasticos									
colação	3/12/2001	4/12/2001	Compras						
Ordem de compra aprovada	17/12/2001	21/12/2001	Compras						
Prazo de entrega	26/12/2001	25/12/2002	Processos						
Instalação	28/12/2002	1/2/2003	Manuseio						
Try out	28/12/2002	1/2/2003	Operações						
Geral									
50-Compra Paletes									
colação	3/12/2001	4/12/2001	Compras	em andamento					
Ordem de compra aprovada	17/12/2001	21/12/2001	Compras	aguardando colação					
Fabricação	26/12/2001	1/2/2003	Processos						
Instalação	4/2/2002	8/2/2002	Manuseio						
Try out	4/2/2002	8/2/2002	Operações						
200-Modificação dos paletes									
colação	3/12/2001	4/12/2001	Compras	em andamento					
Ordem de compra aprovada	17/12/2001	21/12/2001	Compras	aguardando colação					
Reforma	26/12/2001	22/2/2002	Processos						
Instalação	25/2/2002	19/2/2002	Manuseio						
Try out	25/2/2002	19/2/2002	Operações						
1- Treinamento on the job									
MOD	25/2/2002	19/2/2002	Idioma	em andamento					
MOI	25/2/2002	19/2/2002	Idioma	aguardando colação					
1- Treinamento JCMS									
MOD	3/12/2001	19/2/2002	Multiplicadores						
MOI	3/12/2001	19/2/2002	Multiplicadores						
Mensalistas	3/12/2001	19/2/2002	Multiplicadores						
LAY OUT									
Desmontagem Linha Cora	02/01/02	31/03/02	transição						
Documentos									
PRMEA	3/12/2001	06/01	Processos						
ODS	3/12/2001	06/01	Processos						
Fluxo de Processo	3/12/2001	06/01	Processos						
Mapa do Fluxo de Valor	12/11/2001	5/11/2001	Processos						

Figura 18 (3/3) – Planejamento do Programa Lean Planta

5.4.1 Capacitação Geral para o Lean

Capacitar e envolver os funcionários é uma etapa de máxima importância em um programa *Lean*, pois, conforme já foi abordado, a Mentalidade Enxuta exige uma completa mudança comportamental.

Neste processo, o envolvimento dos colaboradores passa por etapas distintas que vai do grau de ignorância total sobre o assunto, quando o conhecimento de qualquer informação sobre o tema é inexistente e o comprometimento é inexistente gerando resistências à mudança, ao grau de comprometimento total, que equivale a assumir o programa como seu. Para cada estágio em que se encontram os indivíduos são exigidos ações e planos de treinamento e conscientização específicos para alcançar a Mentalidade Enxuta. A Figura 19 ilustra este processo relacionando cada estágio com o nível de comprometimento.

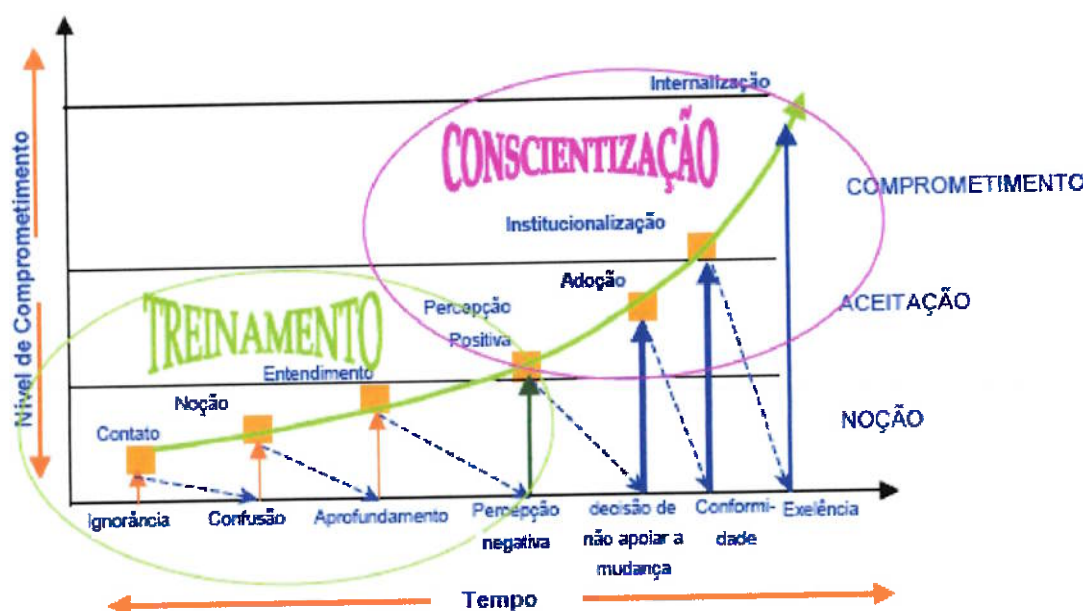


Figura 19 – Evolução do envolvimento de Colaboradores

A fim de tornar-se uma empresa *Lean*, a Johnson Controls desenvolveu um programa de treinamento visando capacitar todos os funcionários, mão-de-obra direta e indireta nas ferramentas do JCMS e *Lean Manufacturing*.

A capacitação é ferramenta indispensável ao bom desempenho de um plano estratégico. É necessário um programa para continuamente acompanhar e verificar os resultados da empresa e identificar as necessidades de novas capacitações para perpetuar-se e manter-se competitiva no mercado.

Na Johnson Controls, os treinamentos, de acordo com a necessidade, são também aplicados aos novos contratados, dos quais são exigidos habilidades, competências e conhecimentos prévios, que os credenciem a absorverem a metodologia *JCMS*, como por exemplo, todos os montadores devem ter no mínimo o 2º grau escolar completo. A Figura 20 refere-se aos treinamentos e número de horas dedicadas a este fim pela empresa estudada e o percentual do quadro de funcionários já capacitados no programa.

Os treinamentos do JCMS são obrigatórios para todos os funcionários diretos e indiretos à produção, sendo de responsabilidade do departamento de Recursos Humanos através dos multiplicadores internos, coordena-los e aplica-los. A parte teórica destes treinamentos é aplicada em sala, porém a prática é aplicada no próprio local de trabalho, orientados pelos líderes do setor. Os treinamentos se dividem em dois grupos: Básicos e Avançados

Treinamentos Básicos	Funcionários Treinados	Funcionários Não Treinados	Duração	% Treinados
Mapa do Fluxo de Valor	174	50	2 horas	72%
Cultura JCMS	194	32	2 horas	87%
Solução de Problemas	171	53	2 horas	76%
5S	199	27	2 horas	89%
Gerenciamento Visual	199	27	2 horas	89%
<i>Kaizen</i>	174	50	2 horas	78%
Trabalho Padronizado	180	44	2 horas	80%
Treinamento Avançados				
Manutenção Produtiva Total	154	70	2 horas	69%
Troca Rápida - Setup	172	52	2 horas	77%
Kanban	175	49	2 horas	78%
Gerenciamento de Gargalos	122	102	2 horas	54%
<i>Poka Yoke</i>	173	51	2 horas	77%

Figura 20 – Quadro da Carga Horária de Treinamento JCMS

Para se verificar a eficácia destes treinamentos a Johnson Controls baseia-se em uma avaliação semestral realizada em todas as plantas utilizando critérios pré-estabelecidos e um gráfico conhecido internamente como Radar.

Esta auditoria é feita por auditores internos e depois de concluída é pedido um plano de ação para todos os itens que não alcançaram mais de 75% de eficácia, ou seja, os conhecimentos difundidos dentro da planta, através de treinamentos e implementação não foi superior a 75%.

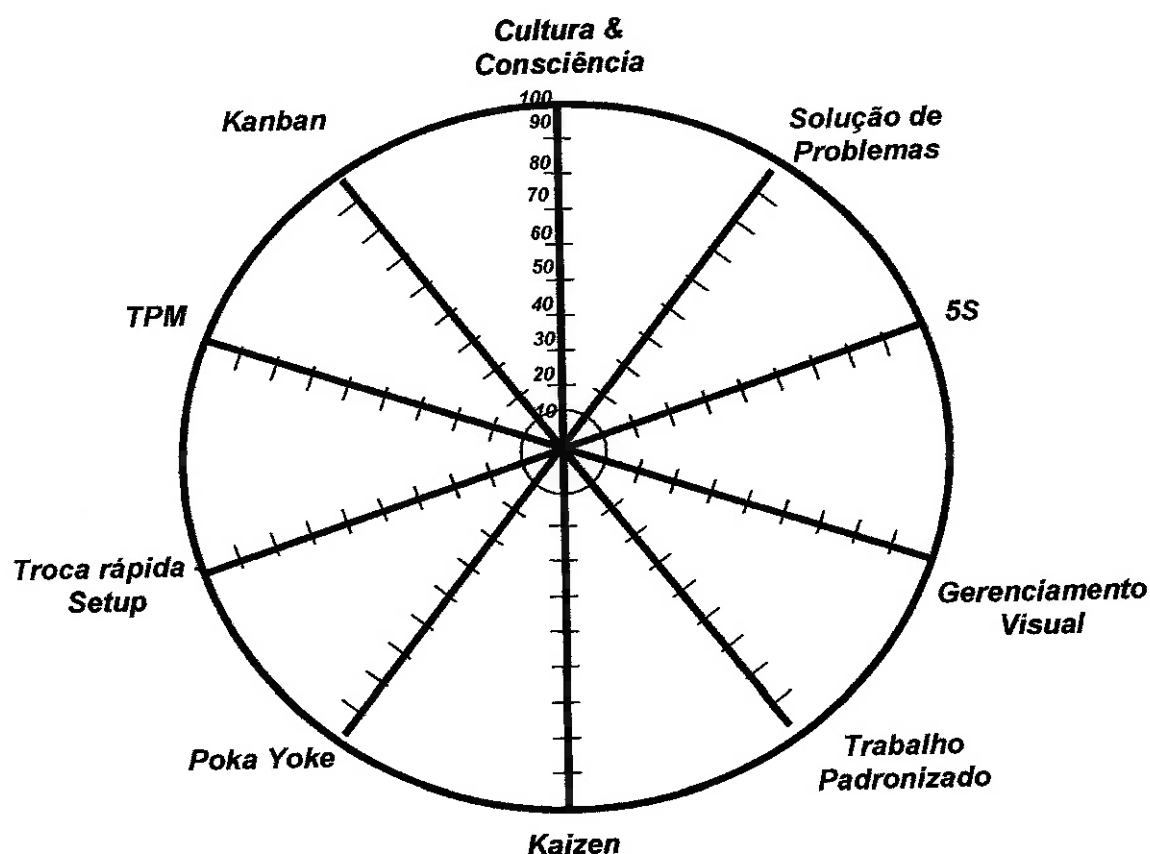


Figura 21 – Avaliação JCMS (Gráfico Radar)

5.4.2 Capacitação dos Gestores de *Lean Manufacturing*

Para a condução do programa *Lean Manufacturing* a Johnson Controls na região da América do Sul adota um *Lead Champion*, que é subordinado ao presidente da região. Este profissional é responsável pela organização estratégica, condução e manutenção do *Lean Manufacturing*. É um profissional de sólidos conhecimentos teóricos e práticos sobre o sistema Enxuto com treinamentos em organizações e instituições que comprovadamente aplicam e dominam todo conjunto de ferramentas do *TPS*. É o representante credenciado pela empresa para liderar o programa *Lean*.

Cada unidade de negócio, também denominada de planta, tem um especialista na metodologia *Lean*, ocupando o cargo de *Lean Implementer*, este funcionário tem a responsabilidade de treinar e desenvolver capacidades internas nos diversos níveis hierárquicos para condução e manutenção da Mentalidade Enxuta bem como a redução de custos dentro dos processos pertinentes. Como este profissional tem a função de promover a capacidade da organização em ser *Lean*, seu cargo é de caráter transitório. A Johnson Controls prevê para o *Lean Implementer* um período de dois anos na função, podendo então ser substituído por um novo e assumir outras responsabilidades após o término deste prazo.

É importante ressaltar que na Johnson Controls, como em outras empresas que ilustram as literaturas sobre o *Lean*, a estabilidade no emprego é uma proposta real. Os funcionários cujas atividades deixam de existir ou são reduzidas por um evento de *Kaizen*, têm seu reaproveitamento previsto. O procedimento para realocação do funcionário estabelece a transferência, primeiro para outra atividade do setor, não existindo necessidade transfere para outro setor, não existindo necessidades são buscadas oportunidades em outras unidades, e finalmente se não for possível transferir para outra unidade o funcionário é aproveitado nas atividades de gestão do programa *Lean* novamente. A demissão para funcionários participativos não é contemplada na sistemática da empresa.

5.4.3 Identificação do Fluxo de Valor GMB

O planejamento de implementação do programa *Lean* para a unidade estudada destacada no cronograma apresentado no capítulo 5.4, as atividades macros para o fluxo de valor referente à GMB. Esse fluxo de valor refere-se a duas

linhas de bancos automotivos. A similaridade nas estruturas de seus produtos e nos processos de fabricação são muito grandes. Pequenas diferenças são atribuídas basicamente a características qualitativas, como torques e acabamentos específicos, o que permite a utilização das mesmas tecnologias de fabricação, mesma capacitação da mão-de-obra.

A identificação e caracterização destes produtos, de acordo com a metodologia *Lean*, como Família, não requereram a elaboração da “matriz de identificação” por serem evidentes suas similaridades, de acordo com depoimentos dos gestores da empresa. A similaridade dos produtos e seus processos são condições básicas para a organização de um fluxo enxuto de acordo com Womack (2004).

5.4.3.1 A Adaptação do Layout

O programa corporativo para o *Lean* é anterior ao efetivo envolvimento da unidade estudada, porém, quando isso ocorreu, algumas ferramentas do *JCMS* já haviam sido implementadas e assumiram importante papel na efetivação do programa.

O 5S é uma destas ferramentas, e ela tem parte do mérito pela modificação do *layout*, da linha de montagem GMB, que, aproximando as atividades que possuíam afinidades de tecnologia e de relações do tipo cliente-fornecedor, promoveu os primeiros benefícios de um ambiente enxuto, reduzindo movimento de pessoas e transporte de materiais, com a conseqüente redução de custos, riscos e tempos associados a estas atividades, além de melhorias na comunicação.

Embora a empresa não adote o Gráfico Espaguete como ferramenta de processo, nas Figuras 22 e 23, foi feito seu uso para ilustrar a intensidade de movimentações e distâncias antes e após a reorganização, que serviu de ponto de partida para a estratégia *Lean Manufacturing* da Johnson Controls nesta Planta.

Layout anterior ao Lean Manufacturing, gerido por ordem de serviço.

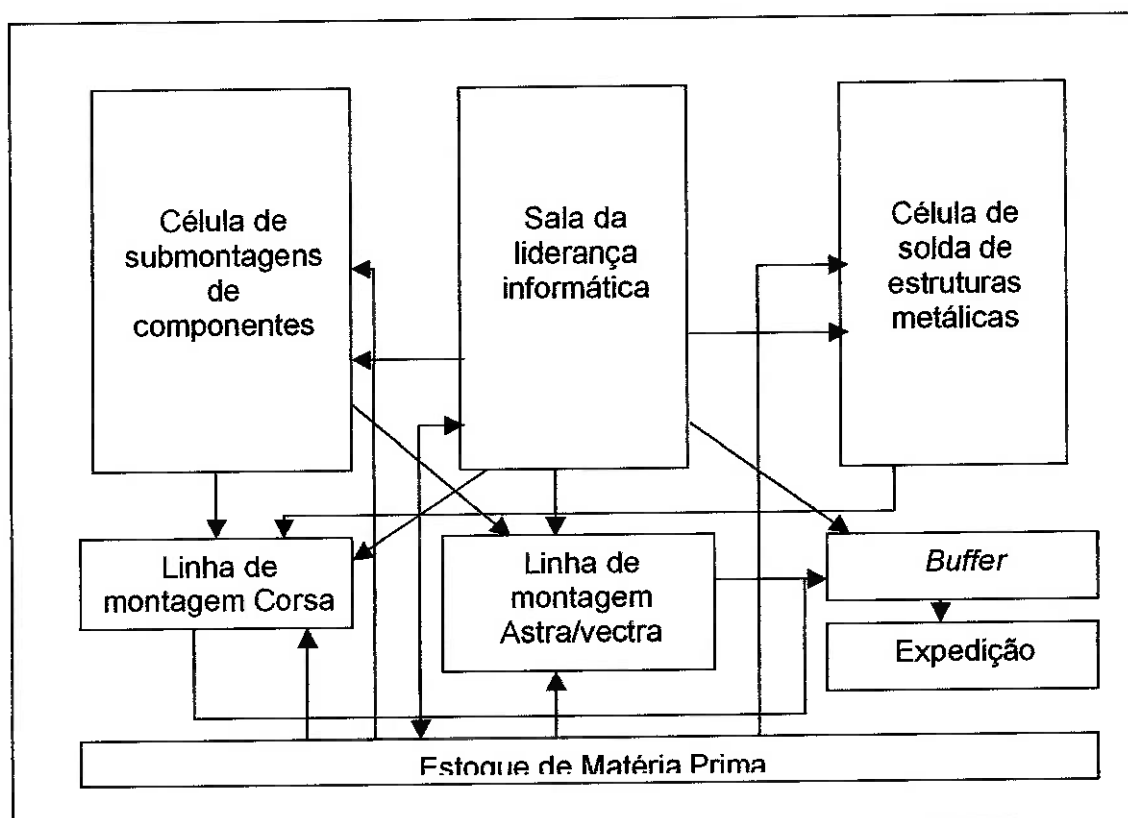


Figura 22 – Layout para produção (Gráfico Espaguete Antes)

Layout após o Lean Manufacturing com a fusão das linhas de montagem

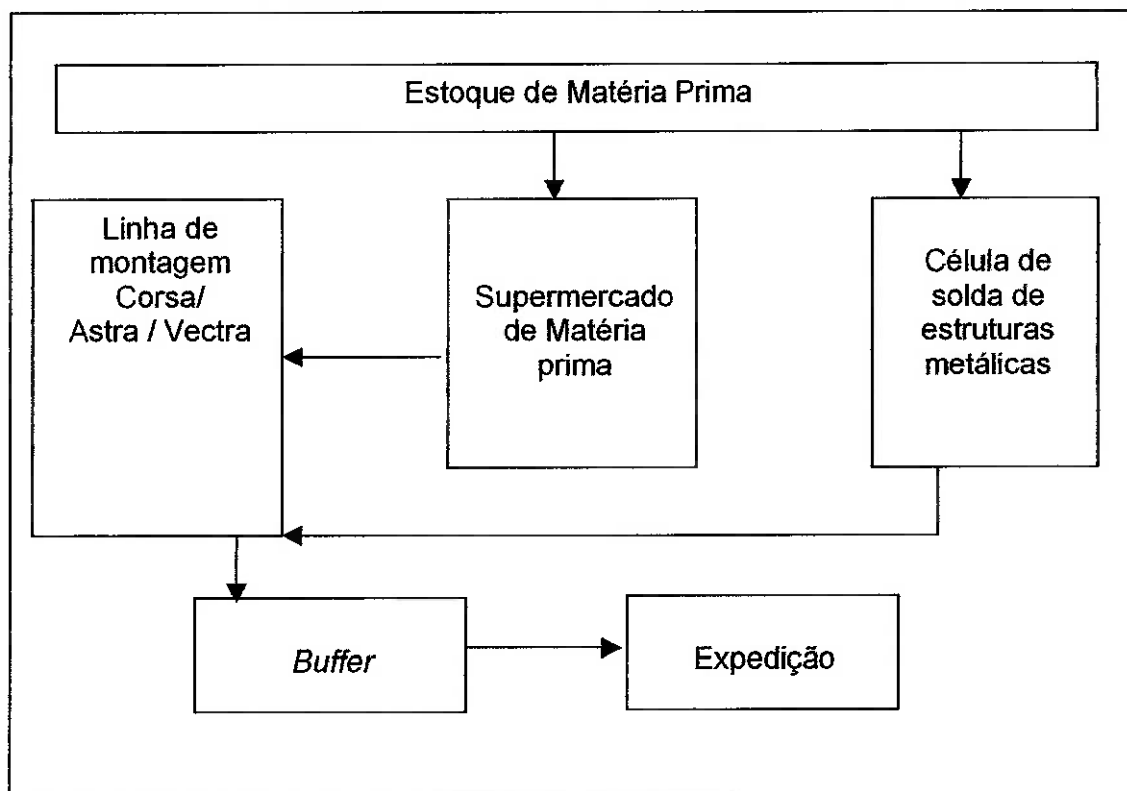


Figura 23 – Layout para produção (Gráfico Espaguete Depois)

5.4.4 O Primeiro Mapeamento

A Johnson Controls desenvolve a cultura de ouvir e valorizar seus clientes há décadas, o que viabiliza um constante *feedback*. O princípio de ouvir o cliente promoveu a evolução da qualidade na empresa e desenvolveu a capacidade de identificar o que esta valoriza.

No fluxo de valor da GMB, foi identificada a oportunidade da fusão das células de montagens de subconjuntos à linha de montagem final. Este trabalho estava em linha com as necessidades da planta, pois sabia-se as metas a serem alcançadas, como por exemplo, melhorar a lucratividade e aumentar as vendas.

Como a identificação do “valor percebido” já havia ocorrido, em consequência principalmente dos treinamentos e capacitações requeridas pelos programas de qualidade e do (JCMS), foi dado o segundo passo do Pensamento Enxuto: o mapeamento do fluxo de valor demonstrando a condição atual Figura 24 e 25 projetando o estado futuro, Figura 26 e 27. Vale ressaltar que o mapeamento é atribuído ao fluxo de produtos da GMB por este representar o único negócio dentro da planta.

A empresa considerou como benefícios desta primeira evolução a substituição da metodologia “empurrada” pela “puxada” com os ganhos advindos da mesma. No processo representado pelo “MFV Atual”, mapa do fluxo de valor atual, o PCP, emite as ordens de serviços (WO) de cada produto, para suas respectivas linhas e células montagens de subconjuntos e integração final segundo as sugestões do MRP (*Manufacturing Resource Planning*), que segue as configurações baseadas em lotes, o que é característica do sistema empurrado. Isto gera estoques intermediários das partes do produto e na maioria das vezes desbalanceados, em relação à quantidade necessária de produtos finais, promovendo as perdas conceituadas por Ohno (1996) como superprodução, estoques e esperas.

No processo representado pelo MFV Futuro, mapa do fluxo de valor futuro, o valor passa a ser puxado a partir da montagem final, pois todas as células estão integradas em uma única linha. São criados supermercados de abastecimento para a linha de montagem final e células de subconjuntos.

Nesta nova forma de gestão, o PCP recebe a informação de demanda do cliente, que emite e controla pelo MRP apenas a ordem de fabricação do produto acabado, a linha de montagem final neste caso e acionada *on line* pelo cliente, que é por onde se inicia a puxada da produção por todo o fluxo de valor.

Os ganhos específicos atribuídos pela empresa nesta fase e que são apenas citados pela perspectiva qualitativa neste estudo, por falta de registro organizado dos dados, tanto quantitativa quanto cronologicamente, devido ao pequeno intervalo entre as duas fases foram à implantação do sistema de fluxos, a redução dos estoques, o fluxo de produção unitário, a capacitação para organizar células, a aproximação entre clientes e fornecedores internos, as melhorias na qualidade de produto e ambiente de trabalho, o aprendizado em mapeamento e o início da introdução da cultura *Lean*.

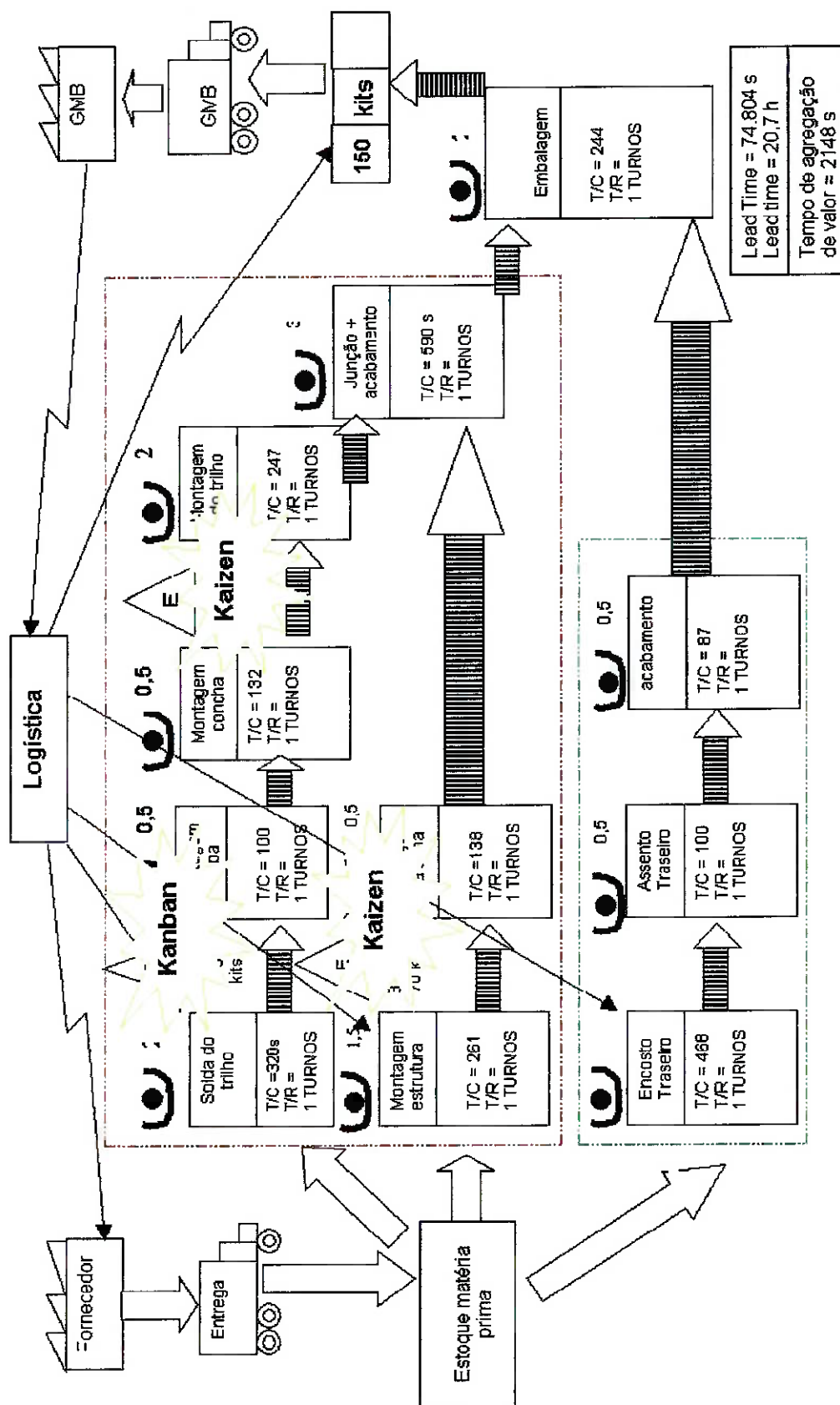


Figura 24 – Mapa de Fluxo de Valor Atual Linha Corsa

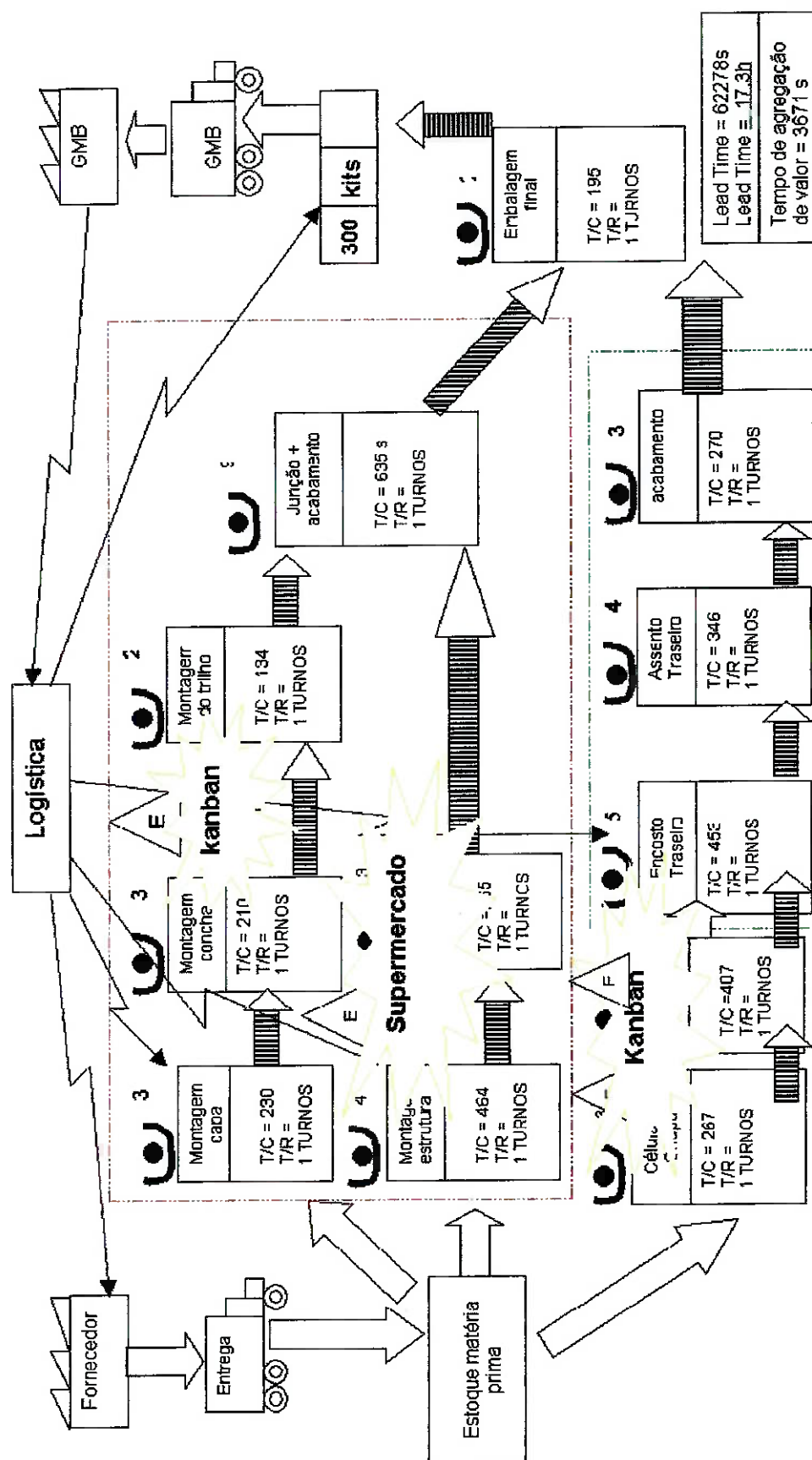


Figura 25 – Mapa de Fluxo de Valor Atual Linha Astra Vectra

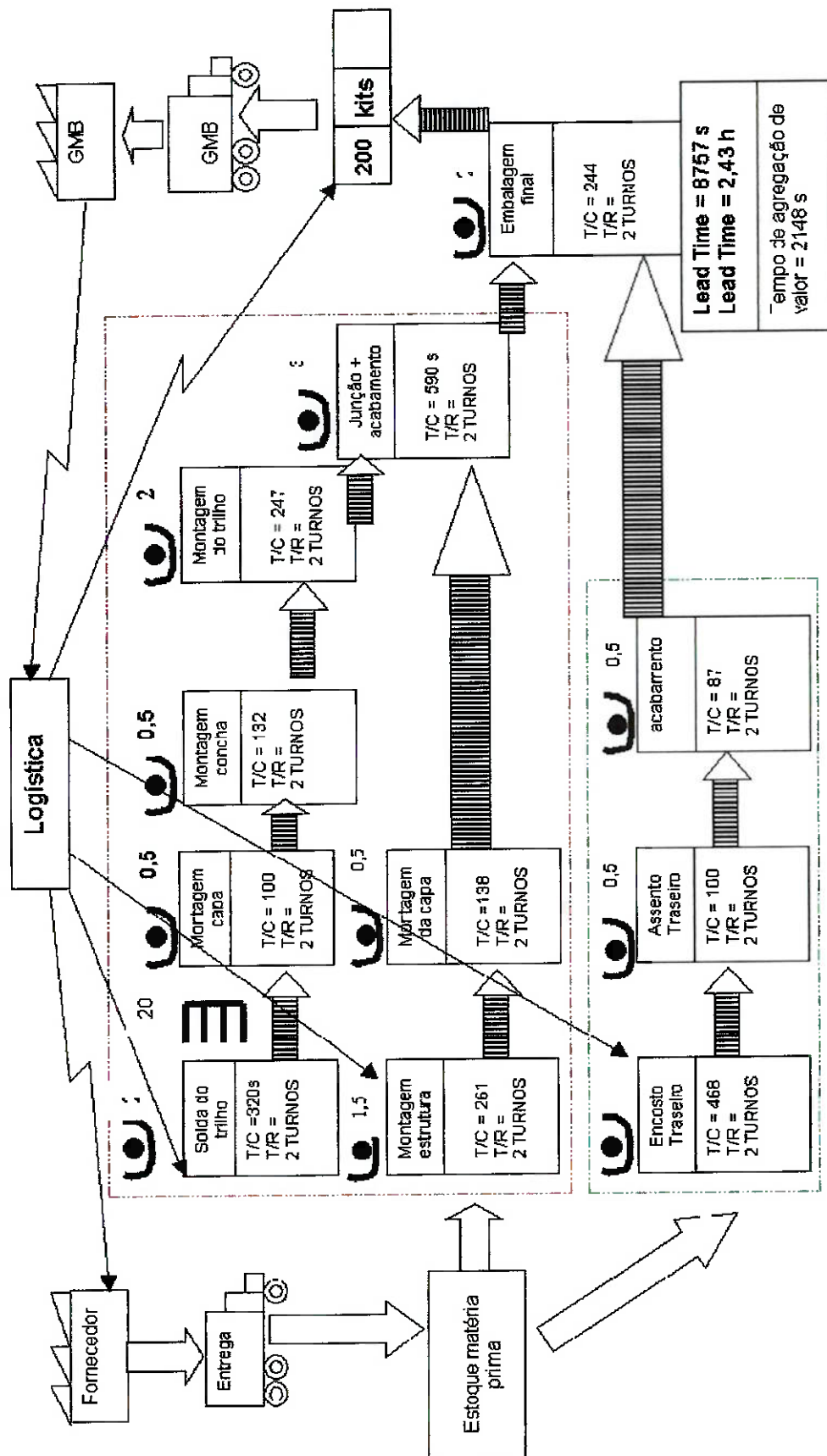


Figura 26 – Mapa de Fluxo de Valor Futuro Linha Corsa

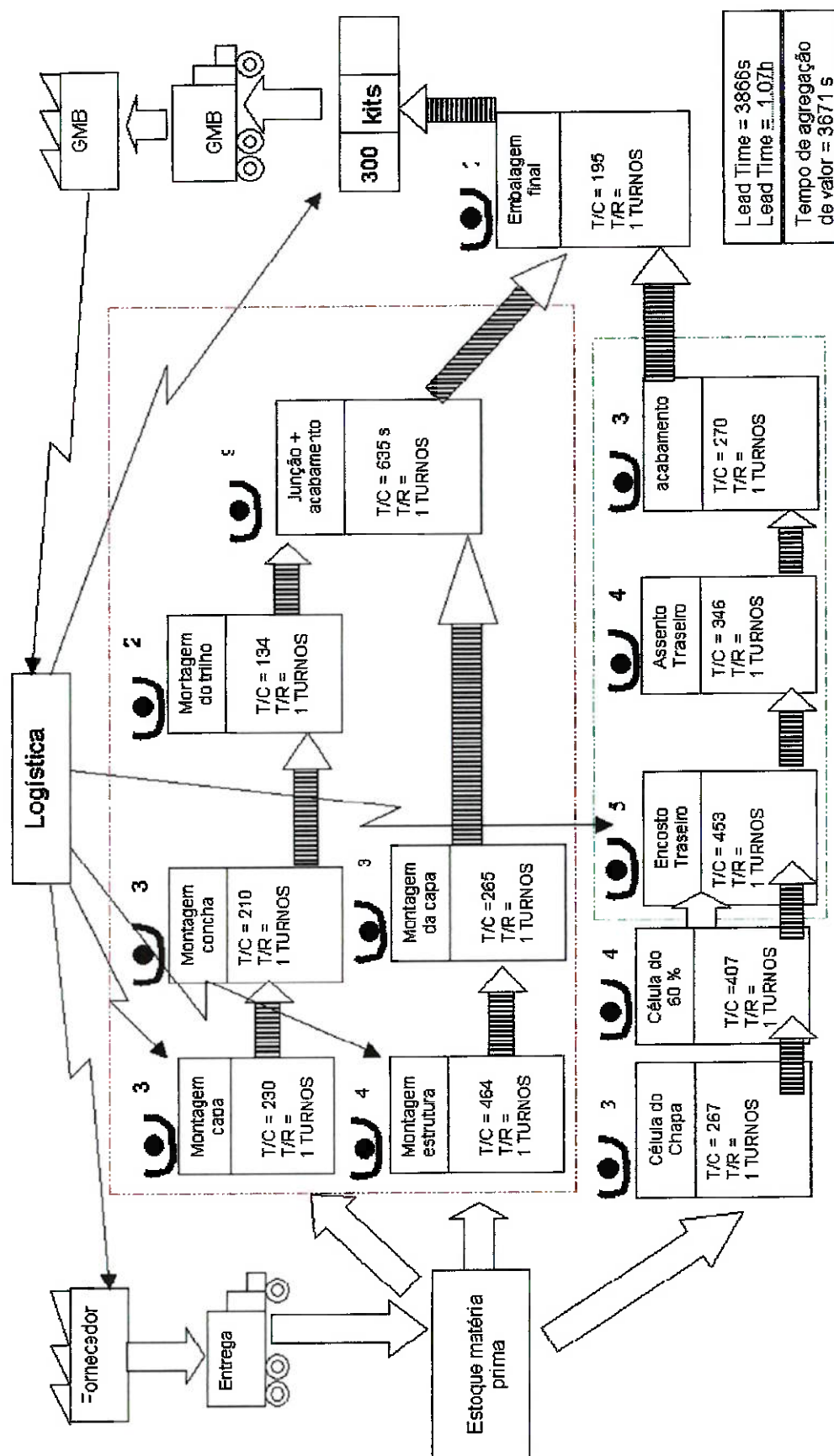


Figura 27 – Mapa de Fluxo de Valor Futuro Linha Astra Vectra

5.4.5 Tornando-se Enxuta – 2º Mapeamento

Com o aprendizado de mapeamentos anteriores, em janeiro de 2002 foi desenvolvido um novo mapeamento do fluxo de valor objetivando desenvolver uma proposta de estado futuro com o máximo de benefícios. O resultado deste novo mapeamento é a representação do estado atual, Figuras 28 e 29 e estado futuro, Figura 30.

Para a elaboração dos mapas e desenvolvimento do plano de melhorias a empresa aplica os procedimentos sugeridos pelo método do PDCA, envolvendo os representantes das áreas que se relacionam com as atividades a serem melhoradas, em reuniões de discussões que promovem o *Brainstorming*. Os produtos destes grupos de trabalho são sugestões de melhorias cujas implantações são priorizadas segundo sua importância.

Uma análise comparativa, com base nas oportunidades de *Kaizen*, destacadas no mapa do estado atual, Figuras 28 e 29, sugerem uma melhoria de fluxo no abastecimento de matéria-prima, seis oportunidades de organizar o *layout* em uma única linha e uma oportunidade de melhoria do fluxo unitário de produção. Para viabilizar e atingir o estado futuro, é elaborado um plano de ação com os objetivos finais.

Os ganhos diretos, promovidos pela implementação das melhorias, (*Kaizen*), são medidos diretamente pela comparação dos mapas de fluxo de valor atual e futuro, representados pelas Figuras 28, 29 e 30, estes são demonstrados e discutidos no capítulo dedicado aos resultados.

O acompanhamento do processo de implantação das melhorias, contempladas nos planos de ações, embora seja do conhecimento de todos, ficam sob a responsabilidade do Lean Implementer.

A empresa considera a participação dos funcionários indispensável ao processo de transformação e manutenção do sistema *Lean*, por isso trata as informações e sua divulgação de forma transparente.

Nas linhas de produção, existe um local destinado aos painéis e quadros de avisos onde são mantidas cópias atualizadas de informações como indicadores de desempenho, mapas do estado atual e futuro, projetos de melhorias, planos de mudanças de *layout*, quadro de capacitação dos colaboradores, indicando suas multifuncionalidades, documento de trabalho padrão e os planos de ações atualizados com o *status* de cada atividade.

Visando a melhoria corporativa a empresa registra, apresenta para todos os colaboradores mensalmente os projetos (mínimo de três) e disponibiliza todos os trabalhos de Kaizen, Seis Sigmas e Lean Manufacturing na intranet com todos os dados do projeto para garantir a facilidade da réplica em outras unidades.

Este site chamado de *Sigma Track* é a forma que a empresa encontrou para registrar todos os projetos e validá-los quanto a sua implementação e viabilidade financeira.

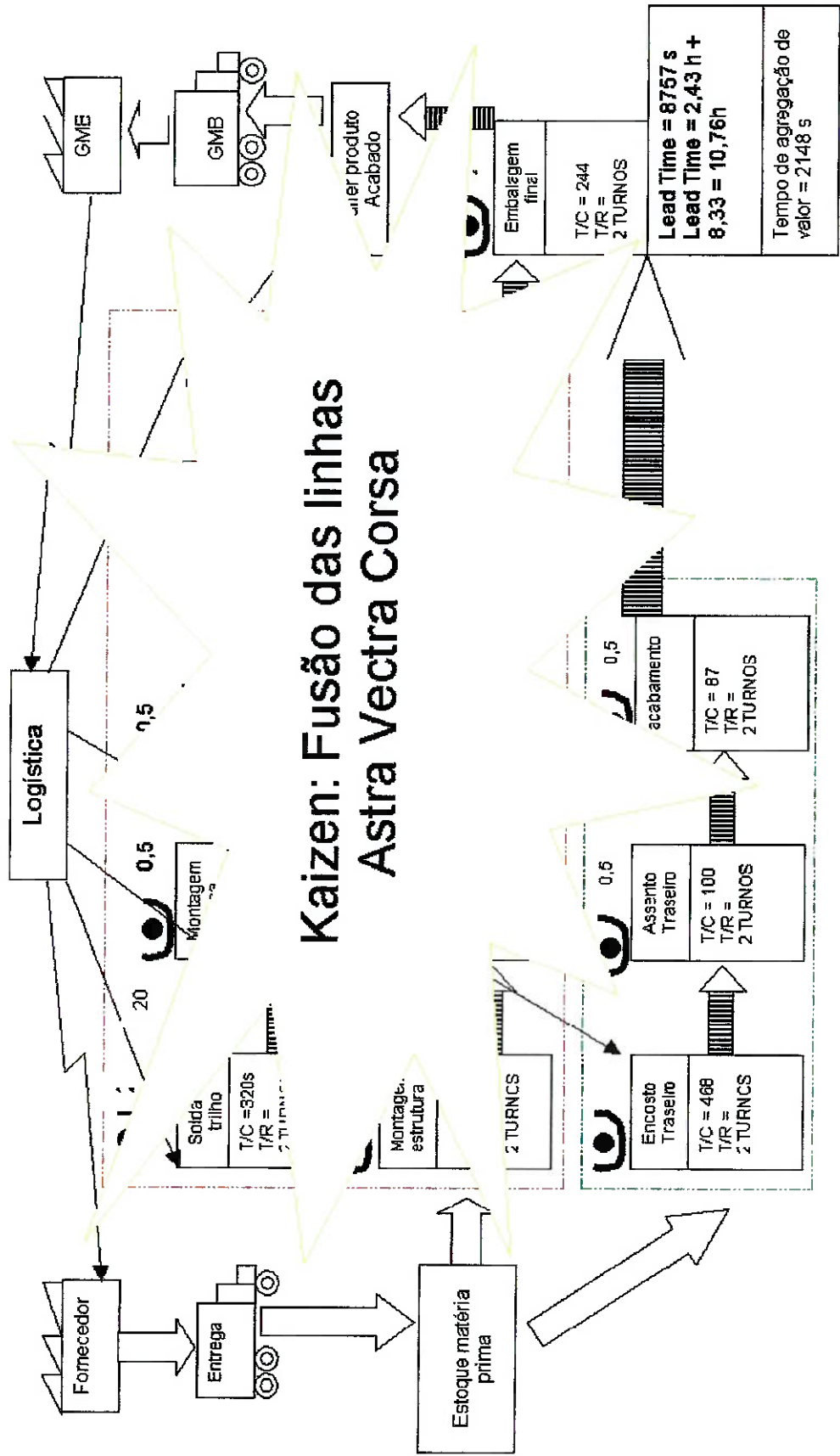


Figura 28 – Mapa do Fluxo de Valor Atual Linha Corsa

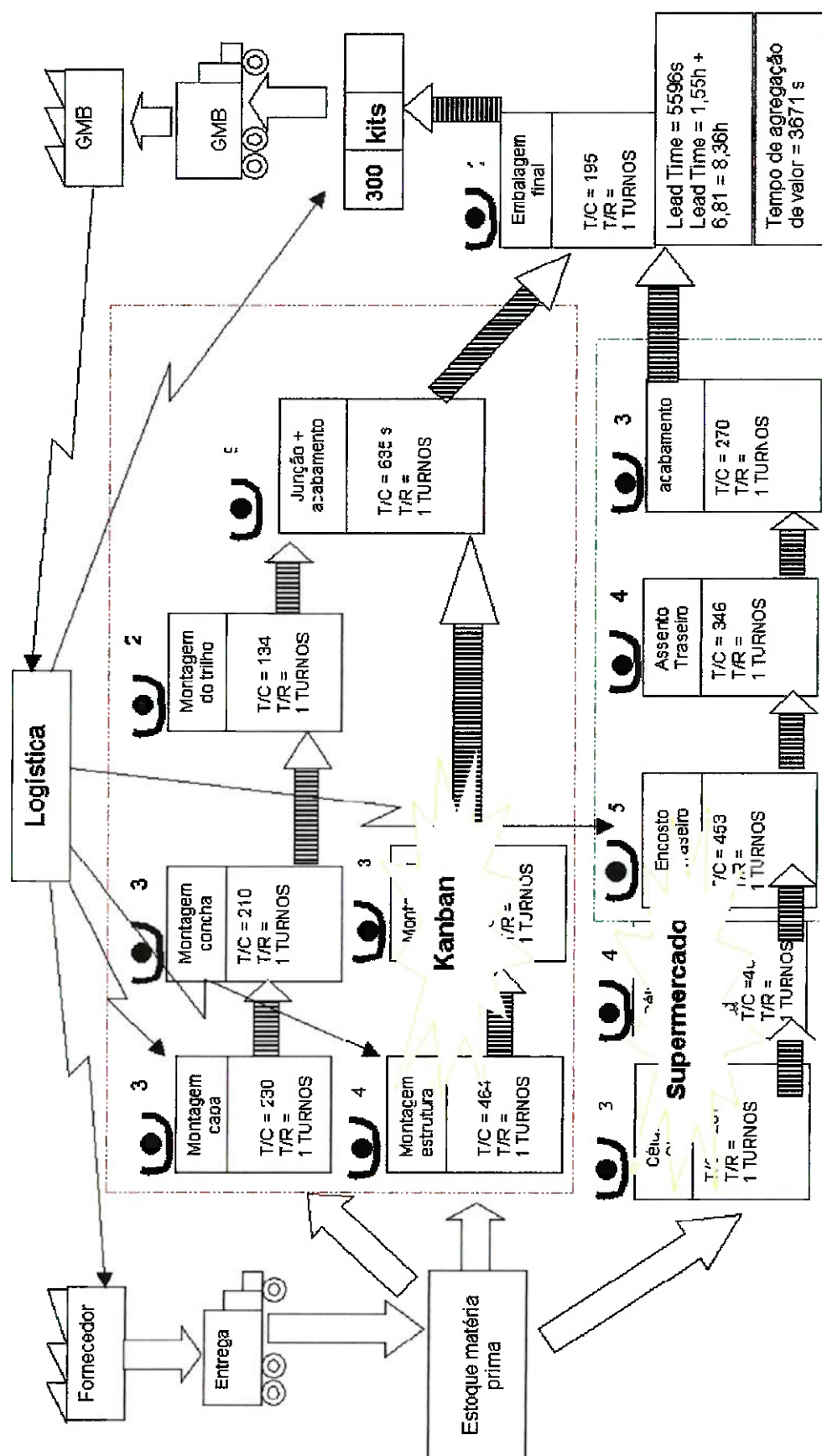


Figura 29 – Mapa de Fluxo de Valor Atual Linha Astra Vectra

5.4.6 Organização da Linha de Produção

O fluxo de valor da GMB é composto por uma sequência de atividades organizadas divididas em linhas. Para fabricação dos assentos e encostos dos bancos dianteiros as peças de todos os modelos são dispostas ao longo da linha ou em seus respectivos supermercados. A linha do banco traseiro segue o mesmo critério, porém em uma linha distinta.

A utilização dos supermercados neste ponto do fluxo se faz necessário devido a grande variedade de peças e em volumes que não suportam economicamente a implementação de fluxo unitário.

Os supermercados de componentes e subconjuntos seguem o sistema FIFO de gestão, sendo a reposição feita através de uma programação diária.

Dentro destas linhas os bancos são montados em um processo sequencial artesanal crescente, respeitando sempre o pedido do cliente que é emitido em tempo real de acordo com a linha de montagem de veículos. Para manter o fluxo constante do processo utiliza - se o Kanban e o *Work In Process (WIP)*.

5.4.6.1 Parametrização do *Kanban*

Os clientes da Johnson Controls em geral não operam em ambiente *Lean*, o que resulta, na maioria das vezes, em informações de demanda por lotes. Para o gerenciamento dos pedidos, a empresa usa o *MRP*. O carregamento dos pedidos no sistema ocorre manualmente para os recebidos por meios tradicionais (correspondências impressas, e-mail, fax) ou eletronicamente para os clientes que comunicam suas demandas via *EDI (Electronic Data Interchange)*.

Para a operacionalização da metodologia *Lean*, os itens de demanda independente, têm sua fabricação solicitada eletronicamente, *on line real time*, encaminhadas às linhas de montagem final. As matérias-primas têm sua demanda calculada pelo *MRP* segundo a estrutura de produtos (*BOM, Bill Of Material*), parâmetros de *Lead Time*, tamanho de lote e política de estoque, e gerenciada pelo setor de suprimentos que procede a aquisição, reabastecendo o supermercado destes materiais. Os itens de demanda dependente fabricados internamente, componentes e subconjuntos metálicos, têm sua produção puxada via *Kanban*.

São fabricados internamente alguns subconjuntos metálicos grandes, e a forma que a planta encontrou para controlar a produção foi a de utilizar carrinhos como *Kanban*. Estes carrinhos são muito eficientes quando utilizados corretamente e funciona muito bem como o próprio *Kanban*. Dessa forma, quando não há carrinho vazio na linha de montagem, não há onde colocar unidades terminadas. Assim a superprodução é automaticamente evitada, pois a linha de montagem final não suporta este estoque adicional.

Um outro processo bem difundido na planta é o *Kanban* de espuma, visando diminuir o estoque dentro da planta e aumentar o giro deste produto, um time coordenado pelo *Lean Implementer*, planejou, definiu o método e implantou o *kanban*.

Para o cálculo do número de *Kanbans* deste projeto foi usado como base à quantidade de produtos do lote de produção horário (Q). O estoque mínimo de segurança (a), para este caso duas horas de produção, este lote foi definido com base na média de produção dos últimos seis meses e sustentado por entregas com frequência de intervalo de uma hora, finalizando o número de peças por embalagem (n) que pode variar de 10 a 50 kits. A definição do número de *Kanbans* parte do

princípio de que existem três dimensões a se considerar, e que na metodologia *Lean* são orientadas pelos códigos de cores que estabelecem suas definições, Figuras 31 e 32.

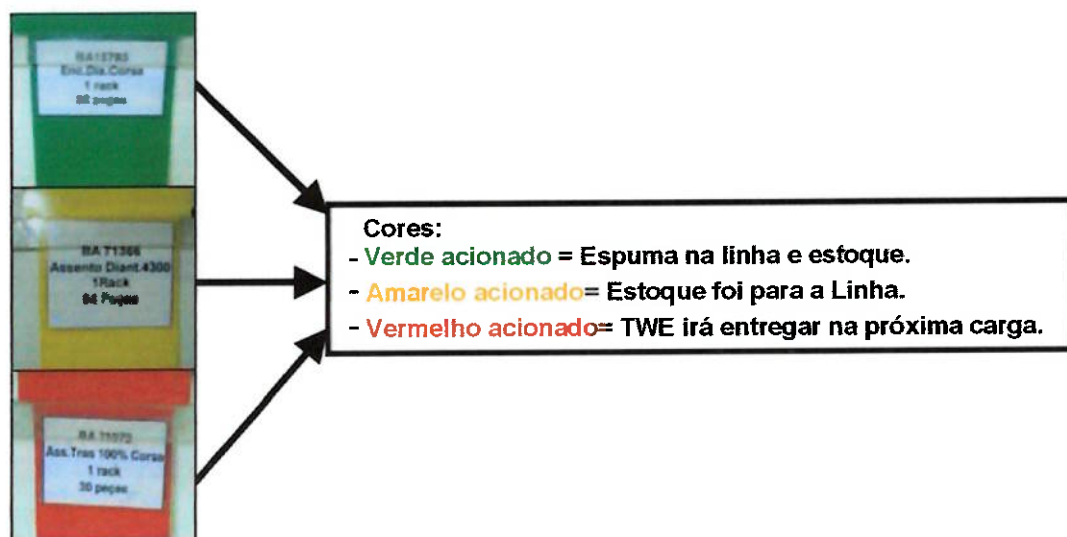


Figura 31 - Tipos de Cartões (Kanban) utilizados

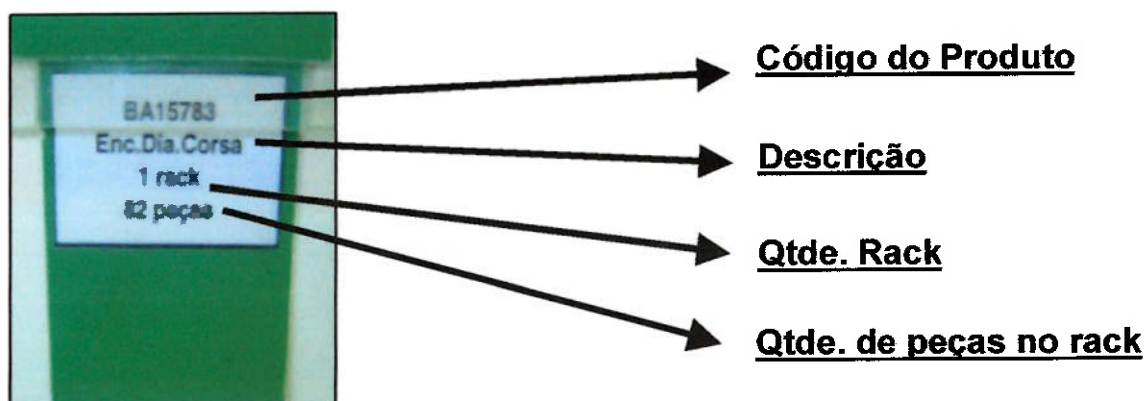


Figura 32 - Identificações dos cartões

Para ilustrar estes cálculos tomamos como exemplo o caso real do item demonstrado acima cuja média de utilização horária dos últimos seis meses foi de 40 kits ou 80 peças/ hora.

- $$\text{Numero de kanban}(N) = \frac{\text{estoque máximo}(Q +a)}{\text{capacidade de 1 rack } (n)} \quad (1)$$

- $$\text{Numero de kanban}(N) = \frac{\text{estoque máximo}(90 +160)}{\text{capacidade de 1 rack } (82)}$$

Para o item acima o número de *kanban* determinado foram três, sendo assim, devido a grande demanda desta peça sempre haverá um *rack* vindo na próxima carga.

5.4.6.2 Balanceamento de Produção na Linha

Para que o princípio da produção de “toda peça todo dia” seja alcançado, o líder de produção mensalmente ajusta os recursos necessários às linhas de produção de acordo com a demanda sinalizada pelo *release* da montadora que é mantido e atualizado pelo planejamento no módulo MRP. Com auxílio de uma planilha em Excel, Figura 33, o líder de Produção e o Gerente da Produção calcula o *Takt Time* e o número de funcionários necessários ao seu atendimento. Toda linha de produção é capacitada de forma independente com seus equipamentos, instruções de trabalho padrão e balanceada considerando o número de funcionários que promove a máxima eficiência.

A demanda é diversificada em tipos de produtos e quantidades por hora, refletindo diretamente na carga de trabalho. Para não onerar o sistema de produção com Mão-de-obra ociosa nos momentos de baixa demanda, a empresa opera o conjunto de linhas com uma quantidade de funcionários menor que a soma da mão de obra considerada no balanceamento, promovendo a rotatividade dos mesmos de acordo com a demanda de cada linha.

Para viabilizar este processo, a empresa promove e acompanha a capacitação dos funcionários, com uma sistemática que é apresentada à frente. Em época de pico de demanda em todas as células, tem-se a opção de fazer horas extras, requisitar funcionários de outras linhas, criar novos turnos ou contratar funcionários e alocá-los primeiramente nas atividades mais simples enquanto os que possuem treinamento multifuncional funcionam como instrutores dos novatos. O acompanhamento da dinâmica da demanda é condição básica para a manutenção do ambiente *Lean*, já que permite garantir a ocupação da mão-de-obra, que segundo Ohno (1996) é mais onerosa que a ociosidade das máquinas.

CÁLCULO DE MÃO DE OBRA CONSIDERANDO MIX DE PRODUÇÃO STANDARD TIME MÉDIO SIMPLES COMPOSTO						
GENERAL MOTORS						
Cliente	Mês	Janeiro	Fevereiro	Março	Média	
	Nº de dias	19	19	23	20	%
GM BANCOS	ASTRA TECIDO	2912	3328	3789	164	22,4%
	ASTRA 3 PORTAS	208	182	292	11	1,5%
	ASTRA COURO	39	44	41	2	0,3%
	ASTRA SAB COURO	8	10	18	1	0,1%
	CORSA 4200 LOW COST	4924	4481	5329	242	33,0%
	CORSA 4300	483	289	213	16	2,2%
	CORSA 4300 LOW COST	2402	1802	2581	111	15,2%
	MONTANA	725	646	762	33	4,5%
	VECTRA COURO SAB	32	89	129	4	0,6%
	VECTRA COMFORT	263	639	532	23	3,2%
	* VECTRA ELEGANCE	1604	1810	1991	84	11,4%
	VECTRA EXPRESSION	215	587	538	22	3,0%
	VECTRA COURO	0	0	0	0	0,0%
	VECTRA T.ELETRICO	303	296	546	19	2,6%
	Total	14114	13800	16760	732	100%
	Media Diária	743	726	729		
MÃO DE OBRA - BANCO GMB						
Janeiro	OP. POR TURNO	85% EFICIENCIA	PALETEIRO / QG TUR.	10% ABSETEISMO	TOTAL TURNO	TOTAL DIA
TOTAL	32,96	37,90	41,90	46,09	46,1	92,2
Fevereiro	OP. POR TURNO	85% EFICIENCIA	PALETEIRO / QG TUR.	10% ABSETEISMO	TOTAL TURNO	TOTAL DIA
TOTAL	34,81	40,03	44,03	48,43	48,4	96,9
Março	OP. POR TURNO	85% EFICIENCIA	PALETEIRO / QG TUR.	10% ABSETEISMO	TOTAL TURNO	TOTAL DIA
TOTAL	33,35	38,35	42,35	46,59	46,6	93,2
Março 07	OP. POR TURNO	85% EFICIENCIA	PALETEIRO / QG TUR.	10% ABSETEISMO	TOTAL TURNO	TOTAL DIA
TOTAL	31,23	36,91	39,91	43,91	43,9	87,8
MÉDIA 3 MESES	OP. POR TURNO	85% EFICIENCIA	PALETEIRO / QG TUR.	10% ABSETEISMO	TOTAL TURNO	TOTAL DIA
Ass. Diant.	7,42	8,53	4	46	46	93
Enc. Diant.	8,03	9,23				
SAB/Couro	0,64	0,74				
Junção	5,23	6,01				
Ass. Tras.	1,39	1,60				
Enc. Tras.	10,54	12,12				
TOTAL	33,25	38,24	42,24	46,46		
MÃO DE OBRA - LINHA PINTURA GMB					TOTAL TURNO	TOTAL DIA
					2	4
MÃO DE OBRA - SOLDA GMB					TOTAL TURNO	TOTAL DIA
					4	8
TOTAL GERAL GMB					TOTAL TURNO	TOTAL DIA
					52	105
TOYOTA						
Cliente	Mês	Janeiro	Fevereiro	Março	Média	
	Dias	17	17	22	19	%
TOYOTA	025L MY 2007	733	804	918	44	17,0%
	COURO MY 2007	409	426	450	23	8,9%
	0094L MY 2007	3355	3114	4224	191	74,1%
	COROLLA SS	0	0	0	0	0,0%
	FILDER SS	0	0	0	0	0,0%
	TOTAL	4497	4344	5592	258	100,0%
	Media Diária	265	256	254		
Mão de obra - Banco						
Janeiro	OP. POR TURNO	85% EFICIENCIA	PALETEIRO / QG TUR.	10% ABSETEISMO	TOTAL TURNO	TOTAL DIA
TOTAL	10,5	12,08	0,00	13,28	13,28	26,57
Fevereiro	OP. POR TURNO	85% EFICIENCIA	PALETEIRO / QG TUR.	10% ABSETEISMO	TOTAL TURNO	TOTAL DIA

Figura 33 – Ábaco para determinar Mão de Obra Direta

5.4.6.3 Gestão da Multifuncionalidade

Periodicamente os funcionários da linha de montagem de bancos da GMB trocam de atividades pelo princípio do *Job Rotation*, isto é, a rotatividade planejada segundo a necessidade das células do fluxo, e no estilo *on-the-job*, que, segundo Daft (1999), constitui-se no método mais comum de treinamento e menos oneroso uma vez que é executado no próprio local de trabalho, sem um instrutor externo, pois os próprios trabalhadores, mais antigos e experientes, exercem esta função.

Para que os funcionários se orientem quanto às suas carências e competências, e os líderes de produção tenham uma referência para orientarem os planos de treinamento e o nivelamento semanal das células, é mantido no quadro de comunicação da linha “A Matriz Técnico Operacional”, Figura 34, identificando cada funcionário por nome e registro, e indicando seu nível de capacitação com o uso de simbologias associadas a cada atividade da célula.

Matriz Tecnico Operacional						
Linha Traseiro GMB						
RE	Montador	SEQUENCIAR CAPA E ESPUMA (ET VA 10 / ET C 05 / AT C 05)	GRAMPEAMENTO DO ENCOSTO TRASEIRO (ET VA 30 / ET C 05)	GRAMPEAMENTO DO ASSENTO TRASEIRO (ET VA 15 / AT C 05)	SUB MONTAGEM DO CINTO (ET VA 01)	GRAMPEAMENTO ASSENTO TRASEIRO (AT VA 15 / AT C 05)
	Montador 1					
	Montador 2					
	Montador 3					
	Montador 4					
	Montador 5					

	OPERADOR NÃO É TREINADO E TAMBEM NÃO ESTÁ EM TREINAMENTO
	OPERADOR ESTÁ EM TREINAMENTO
	OPERADOR ESTÁ TREINADO NA OPERAÇÃO (MÍNIMO DE 40 HORAS)
	OPERADOR TREINADO E HABILITADO (MÍNIMO DE 90 HORAS)
	OPERADOR TREINADO E HABILITADO , ESTÁ APTO A TREINAR E HABILITAR OUTROS OPERADORES (MÍNIMO DE 150 HORAS)

Figura 34 - Matriz Técnico Operacional (Johnson Controls 1998)

Uma eficiente prática de *Kaizen* está diretamente associada ao treinamento e desenvolvimento dos colaboradores, além do engajamento da alta administração nos programas *Lean*.

A capacidade de desempenhar corretamente as atividades e ter uma compreensão geral dos processos é característica do funcionário multifuncional, que é capaz de decidir e sugerir modificações que melhoram o fluxo de valor.

Embora a empresa estudada tenha um programa de treinamento e acompanhamento da multifuncionalidade, não se faz uso de medidores que indiquem o desempenho desta característica como sendo das mais reveladoras da Mentalidade Enxuta.

São normalmente citados em diversas literaturas os indicadores de número de sugestões por funcionário e número de sugestões por número de sugestões implementadas para avaliar o envolvimento dos colaboradores com a melhoria contínua.

É sugerindo o uso de indicadores que demonstrem o grau de comprometimento dos funcionários com estas melhorias. O método adotado pela Johnson Controls foi estabelecer um objetivo mensal de três trabalhos de melhoria contínua no Programa de Participação dos Resultados na planta.

5.4.6.4 Uma linha de Montagem Final e Atendimento ao Cliente

A linha de montagem final, da GMB está organizada em linha do dianteiro e linha do traseiro sua demanda média e a mão-de-obra necessária é alocada com base no *release* da montadora cadastrado no sistema integrado de informação da empresa (MRP) e enviado a linha em tempo real com a montadora (*on line real time*), como tratado anteriormente. O *Takt Time* é calculado mensalmente, pois se sabe que a variação do programado sob o realizado no

release não ultrapassa 2% dentro do mês, sendo assim o recurso de mão-de-obra necessário é válido para o mês inteiro.

Todos os bancos montados dentro da linha GMB (Corsa, Astra e Vectra) seguem para um pulmão, um estoque intermediário necessário em função da grande variedade de kits e da "janela" de entrega de apenas 122 min.

Antes da fusão a média diária de bancos acabados dentro do pulmão era de 500 kits, pois se trabalhava um turno para atender dois de produção da montadora.

Após a fusão houve duas mudanças importantes, primeiro a produção passou a trabalhar em dois e a segunda, o sinal enviado para a produção produzir saiu da tapeçaria da montadora para o setor de pintura que garantia uma autonomia agora de 200 min de janela frente a 122 min anteriormente. Em função disto o estoque de produto acabado no pulmão passou para 150 kits em média.

5.4.6.4.1 Trabalho Padrão

Para a execução de qualquer tarefa relacionada à obtenção do produto numa linha de produção, é requerido o seguimento da instrução de trabalho padrão. Cada linha tem seu balanceamento padrão, como mencionado anteriormente, levando em consideração a condição ótima de balanceamento para a produção.

O "balanceamento padrão", Figura 35 é o documento norteador das ações do líder de produção. Ele indica a distribuição dos postos de trabalho, o seqüenciamento das atividades, o número ideal de funcionários para operar a linha, capacidade de produção, e informa as operações e sua seqüência na "Folha de Montagem" (ODS) Figuras 36 e 37.

A Folha de Montagem é um documento que tem sua emissão e controle de revisões sob a responsabilidade da engenharia de processos. Ele detalha e ilustra cada operação necessária à obtenção do produto, fornecendo um roteiro completo e de fácil interpretação pelos operadores da linha.

À medida que as oportunidades de *Kaizen* são avaliadas, implementadas e os novos resultados considerados melhores que os anteriores, a Folha de Montagem é alterada para se transformar no novo padrão a ser seguido. Isso, além de proporcionar o melhoramento contínuo do processo, promove a padronização do produto com a repetibilidade do processo, melhoria de produtividade pela evolução da habilidade do operador, pela manutenção e melhora da qualidade (ausência de defeitos e erros) e redução em níveis mínimos da atividade de supervisão.

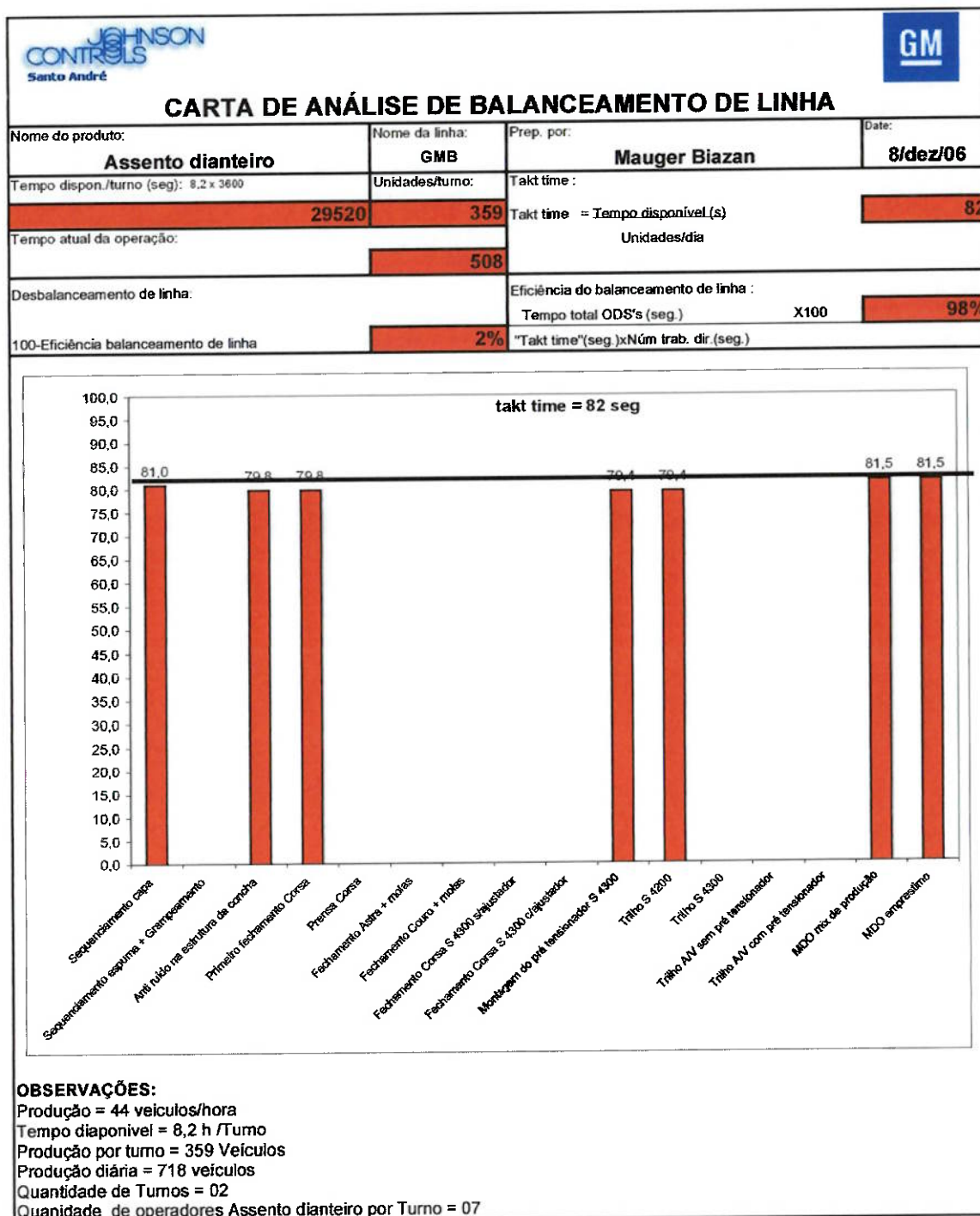


Figura 35 – Balanceamento Padrão








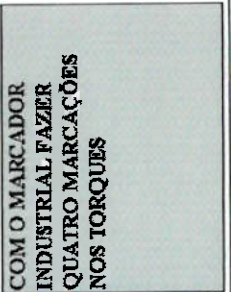


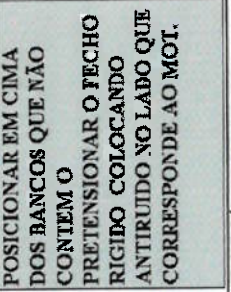

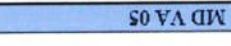


 FOLHA DE PROCESSO (ODS - OPERATION DESCRIPTION SHEET)						APROVAÇÃO: ENGENHEIRO DA QUALIDADE	APROVAÇÃO: ENGENHEIRO DE PROCESSO
DESCRIÇÃO: MD VA 05		JUNÇÃO ASSENTO ENCOSTO		PREPARADO POR: ALEXANDRE REZERA REVISADO POR: CLAUDIA CHIGUSA CLIENTE: GMB	EMISSÃO INICIAL: 24/09/01 DATA DE REVISÃO: 19/06/06 NÍVEL DE REVISÃO: 10 NÚMERO DA OPERAÇÃO: MD VA 05	MODELOS: VECTRA ASTRA	JOB ROTATION A CADA 2 HORAS
							
							
							
							
INSTRUÇÕES DE SS RECOLHER AS PEÇAS ESPALHADAS LIMPAR EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS GUARDAR TODAS AS FERRAMENTAS LIMPAR O PISO NA ÁREA EM TORNO DO POSTO DE TRABALHO COLOCAR LIXO E MATERIAL REJEITADO NOS LOCAIS APROPRIADOS		UNIFORME SAPATO DE SEGURANÇA		SAÚDE E SEGURANÇA		INSTRUÇÕES DE TPM	
QYB8-MOS-FR-09-01-PA (Rev 1)							

Figura 36 – Folha de Montagem




FOLHA DE PROCESSO (ODS - OPERATION DESCRIPTION SHEET)				APROVAÇÃO: ENGENHEIRO DA QUALIDADE		APROVAÇÃO: ENGENHEIRO DE PROCESSO	
							
DIREÇÃO: MD VA 05		JUNÇÃO ASSENTO ENCOSTO		PREPARADO POR: ALEXANDRE REZERIA REVISÃO POR: CLAUDIA CHUEVA CLIENTE: GMB		MODELOS: 31.09.01 13.05.06 10 MD VA 05	
FABRICAÇÃO:		DATA DE REVISÃO:		NÚMERO DA OPERAÇÃO:		DESENHO Nº: 277884- 8016190 DPA1190046-118505 VETRA ALTRA	
Nº	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	SIMBOLOGIA	NÚMERO DA PEÇA	QUANTIDADE	CHECAGEM	CONTROLE	FREQUÊNCIA
10	POSICIONAR ASSENTO NO DISPOSITIVO E FAZER LEITURA COM SCANNER	-	-	1+1	-	-	-
20	POSICIONAR ENCOSTO NO ASSENTO	-	-	1+1	-	-	-
30	APONTAR QUATRO PARAFUSOS E APLICAR PRÉ TORQUE	-	PARAFUSO - BM 10963	4+4	-	-	-
40	TORQUEAR OS QUATRO PARAFUSOS (50 A 60 Nm)		-	4+4	TORQUE CONTROLADO TORQUE CONTROLADO	POKA YOKE CEP	100% TRIMESTRAL WW-MOS-PR-13-01-E
50	POSICIONAR EM CIMA DOS BANCOS QUE NÃO CONTEM O PRETENSIONAR O FECHO RIGIDO COLOCANDO ANTRUIDO NO LADO QUE CORRESPONDE AO MOT.	-	FECHO RIGIDO ASTRA MOT - BA 17928 PASS - BA 17929 FECHO FLEXIVEL E LUX MOT - BA 72746 PASS - BA 72747 ANTI RUÍDO - BCI1900	1 1 1 1 1 1	-	-	-
FERRAMENTA / MÁQUINA / DISPOSITIVO				VISUAL AIDS		SET UP	
DESCRIÇÃO				DESCRIÇÃO			
TORQUEADEIRA						CHECK LIST DE INÍCIO DE PROCESSO QYBS-MOS-CL-09-01-01-PA	
DISPOSITIVO DA TALISCA						CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO : ZERO DEFEITO	
CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO - CEP							
QYBS-MOS-FR-09-01-PA (Rev.:01)							
01 / 02							

Figura 37 – Folha de Montagem

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A empresa utiliza diversos indicadores de resultados em âmbito corporativo e na planta, não sendo os mesmos aplicados rotineiramente no monitoramento e avaliação dos Fluxos de Valor e linhas de produção, o que tornou este capítulo do trabalho particularmente difícil, uma vez que os dados nem sempre estavam disponíveis e consolidados.

Antes de apresentar os indicadores de monitoração dos resultados, cabe-se apresentar e analisar os ganhos obtidos pela implementação do “estado futuro” representado pela Figura 30 em relação ao então “estado atual”, Figuras 28 e 29, apresentadas no item 5.4.5. A Tabela 3 demonstra de maneira inequívoca ganhos relacionados à redução de mão-de-obra, *Lead Time* e de agregação de valor, o que contribui para atingir os objetivos estratégicos corporativos.

Tabela 3 Ganhos com as melhorias no Fluxo

Parâmetros de avaliação	Fluxo de Valor Atual	Fluxo de valor Futuro	Ganho %
Mão de obra (Qde)	61	55	10 %
<i>Lead Time</i> (horas)	9,56h	4,21h	56%
Tempo agregado (s)	2910	2636	9,5%

Os resultados obtidos com a implementação do novo estado apresentam expressivos ganhos em termos percentuais e em valores absolutos mesmo porque o

Lead Time passou de 9,56h para 4,21h diminuindo significativamente o estoque em processo.

Uma abordagem oportuna é relacionada ao método adotado pela empresa na consolidação do *Lead Time*, que é feita com o somatório do *Lead Time* de todas as linhas linearmente, ao invés de usar o princípio do “caminho crítico”. Como algumas linhas atuam em paralelo poder-se-ia computar apenas as maiores durações, o que resultaria em um menor tempo.

Os resultados alcançados com um programa de melhorias na fábrica de motores da Toyota em Kentucky (USA), estudados por Spear (2004), indicam percentuais de ganhos análogos ao conseguido pela Johnson Controls. Os ganhos identificados por Spear foram de 21,5% no número de operários, 2,9% na duração do ciclo e 25,11% no tempo de agregação de valor. Cabe-nos ressaltar que a fábrica da Toyota já operava no conceito enxuto quando este novo patamar de resultados foi alcançado, o que sugere que na Johnson Controls, por se tratar de um processo de mudança relativamente novo, muitas oportunidades de melhorias ainda existam.

Demers (2002) defende que a redução do tempo de ciclo deva ser orientada pela meta do “mínimo possível”, combinada com o quanto os clientes estão dispostos a esperar pelo produto e com a redução do inventário, se possíveis à zero.

6.1 Eficiência e Produtividade da Mão de Obra

A eficiência e a produtividade da mão de obra direta é um bom indicador de desempenho, pois está relacionada diretamente com tempo padrão de cada banco.

Sabe-se que o tempo padrão está na composição do preço do banco, sendo

assim podemos afirmar que a eficiência e a produtividade são indicadores financeiros.

- $$\text{Eficiência} = \frac{\text{Horas Produzidas}}{\text{Horas Disponíveis}} \quad (2)$$

- $$\text{Produtividade} = \frac{\text{Horas Produzidas}}{\text{Horas Realizadas}} \quad (3)$$

Sendo:

- Horas Produzidas = Tempo Padrão x Mix de Produção
- Horas Disponíveis = MOD x Jornada Diária
- Horas Trabalhadas = Horas Disponíveis - Paradas não Programadas

Na revisão anual do Plano Operacional a empresa estabelece uma meta de produtividade e eficiência mensal baseada no histórico do último ano,

Como a eficiência e a produtividade estão relacionadas ao tempo padrão de cada modelo pode-se afirmar que dentro do mesmo dia haverá diferentes produtividades e eficiências horárias, pois a produção sofre variações em seu *mix* de produção. Esta afirmativa determina que além de ser levado em consideração o tempo padrão, a fadiga, o absenteísmo e o balanceamento de linha deve-se levar em consideração também estas flutuações no cálculo de mão de obra.

Como a empresa produz um grande *mix* de produto e a demanda sofre variações, um indicador de desempenho que poderia ser útil nas tomadas de decisões é o da disponibilidade operacional, que mede a equivalência entre o tempo de operação padrão e o tempo efetivamente usado por máquina. Por exemplo, se uma peça requer oito minutos de tempo padrão para sua produção, mas devido a

emperramentos e outras interrupções gastou-se efetivamente dez minutos, a disponibilidade operacional seria de 80%. Segundo Spear (2004), idealmente este indicador deveria ser 100%, porém, a própria Toyota admite 95%.

Atualmente o objetivo da produtividade e eficiência estão em 95% e 85% respectivamente.

Com o novo fluxo de valor a produtividade e a eficiência subiram como observado nas Figuras 38 e 39

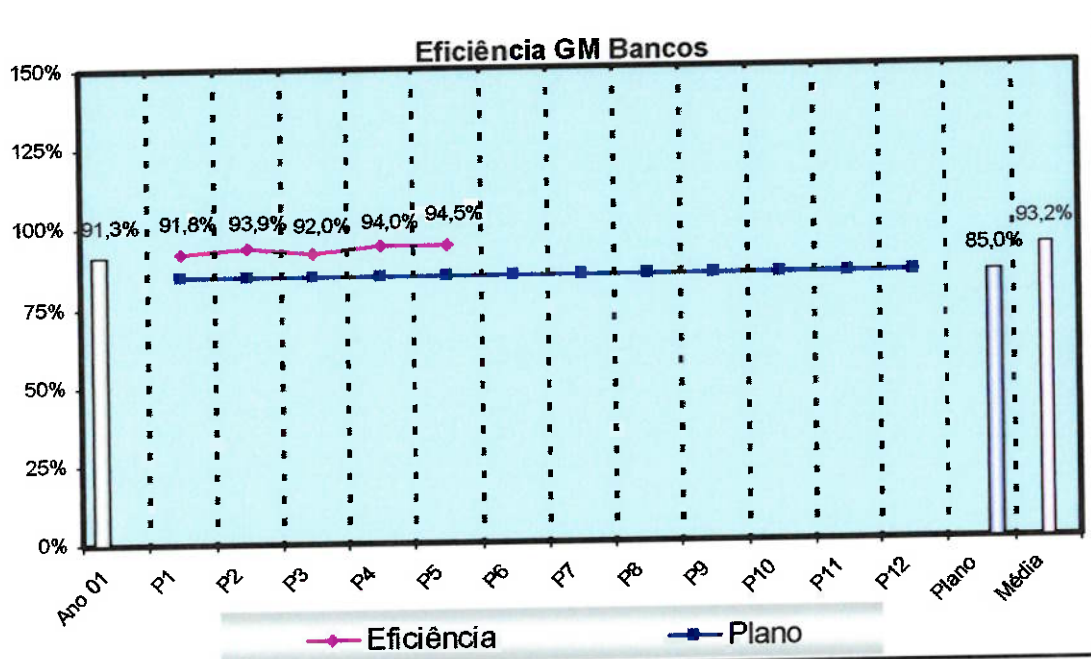


Figura 38 - Gráfico da Eficiência da Mão de Obra GMB

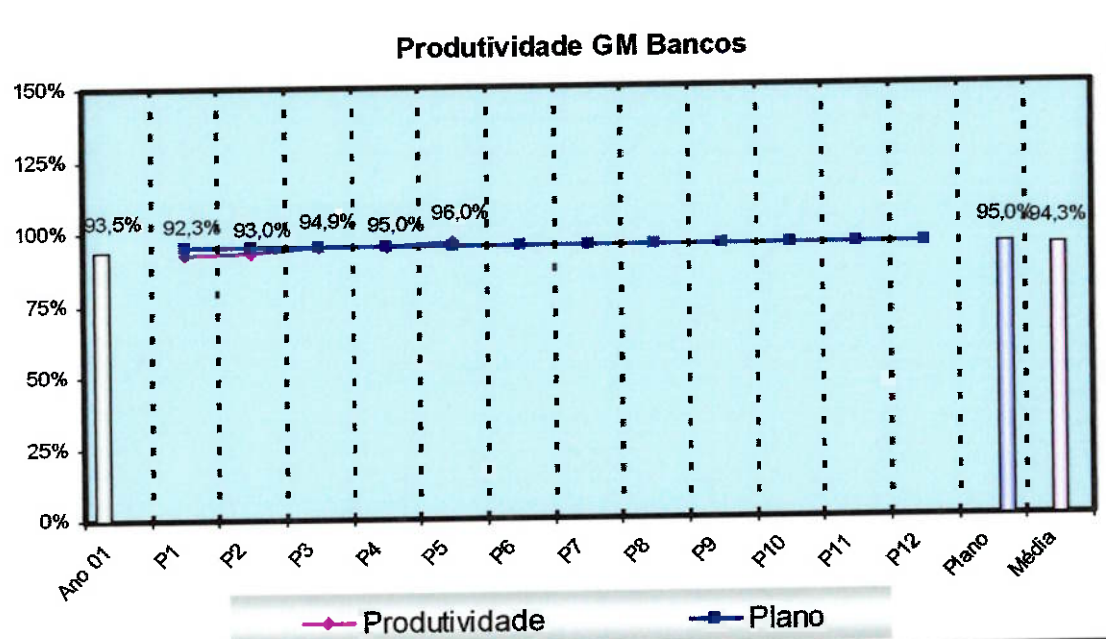


Figura 39 - Gráfico da Produtividade da Mão de Obra GMB

6.2 Redução de Estoques

A análise da meta de redução de estoque relacionada ao novo Fluxo de Valor da GMB utilizou-se dos indicadores de Giro de Inventário e Valor Absoluto do inventário. A empresa valoriza em R\$ seu imobilizado em estoque de componentes, matéria prima, material em processo (WIP) e produto acabado. O giro de inventário é composto pela quantidade de vezes que um material gira em um ano dentro do estoque. As Figuras 40 e 41 apresentam graficamente o comportamento destes indicadores.

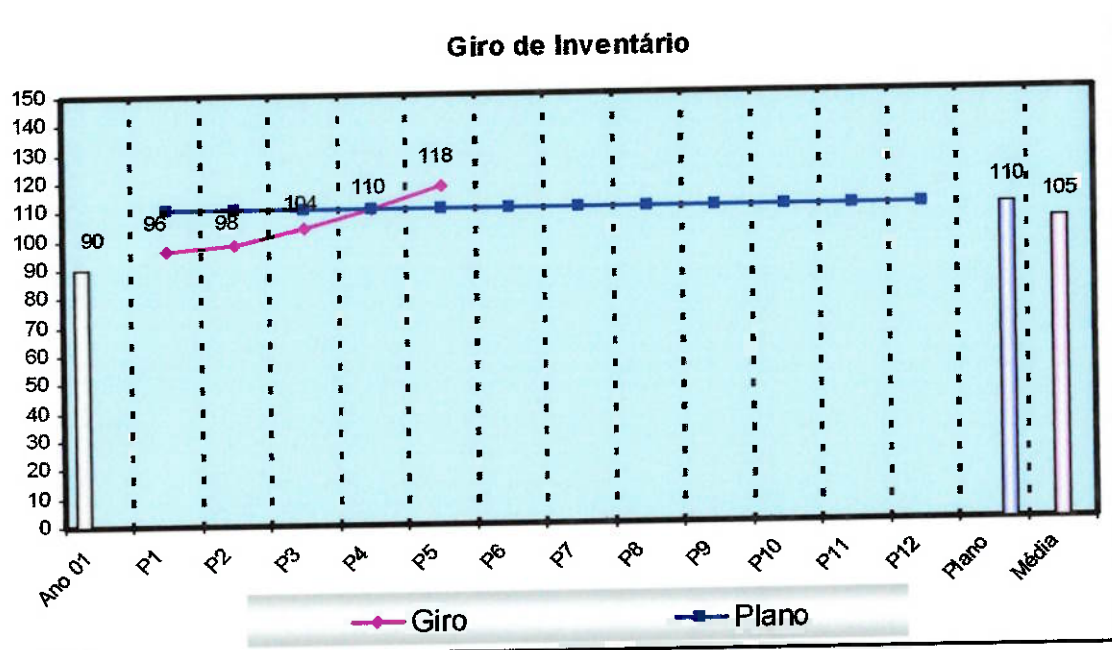


Figura 40 - Gráfico de Giro de Inventário GMB

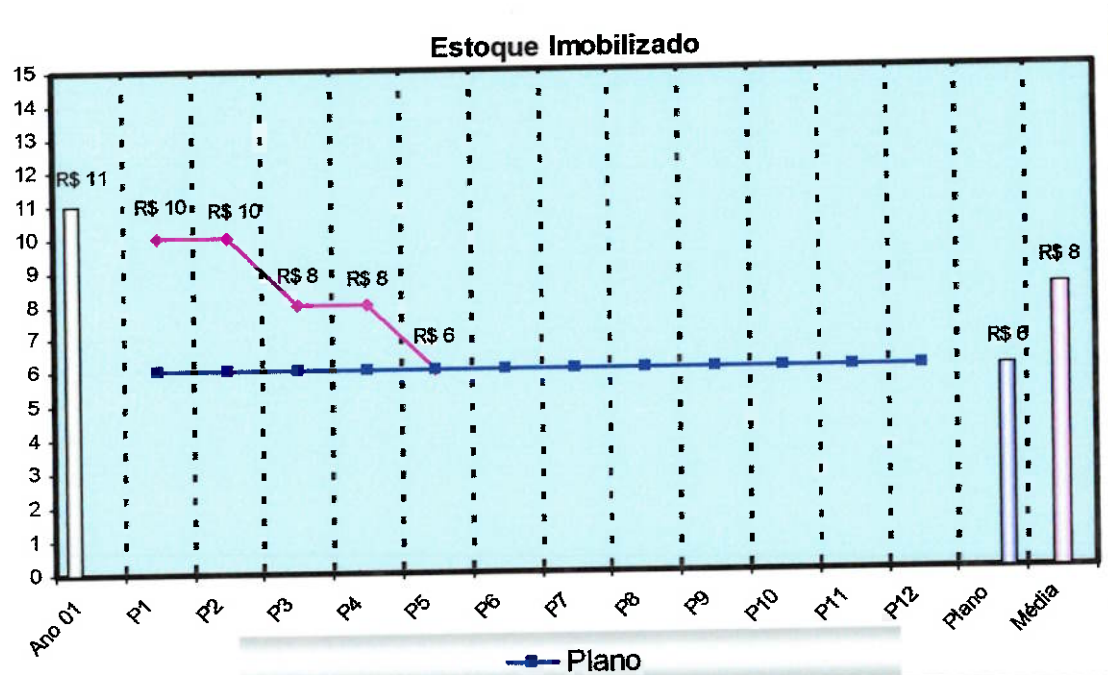


Figura 41 - Gráfico de Estoque Imobilizado GMB (x 1.000.000)

6.3 Qualidade na Linha

A metodologia adotada para definir o indicador de qualidade e seu monitoramento tem como princípio a cultura do “fazer certo da primeira vez” e utiliza como unidade o RPPM, “Rejeição de Partes Por Milhão”, isto é, a quantidade de itens com defeitos a cada milhão de itens produzidos. A explicação para adoção deste critério é o impacto psicológico sobre as pessoas uma vez que a transformação do número de defeitos para este padrão resulta em um valor absoluto imensamente maior. Para a conversão de um valor em RPPM usa-se a formulação (4)

$$RPPM = \frac{N}{Q} \times 1.000.000 \quad (4)$$

Sendo: PPM = Parte Por Milhão

N = Quantidade de rejeições ocorridos no mês

Q = Quantidade de peças produzidas no mesmo mês

O gráfico de controle e acompanhamento deste indicador é ilustrado na Figura 42, onde se verifica que o limite máximo estabelecido pela empresa está sendo obedecido.

O processo de melhoria está seguindo a estratégia dos cinco porquês e, baseando-se no diagrama de *Ishikawa*, que a empresa incentiva à utilização disponibilizando um modelo padrão em sua *intranet*. O esforço de melhoria promoveu efeito positivo em 2002 quando já se observa a redução do número de problemas.

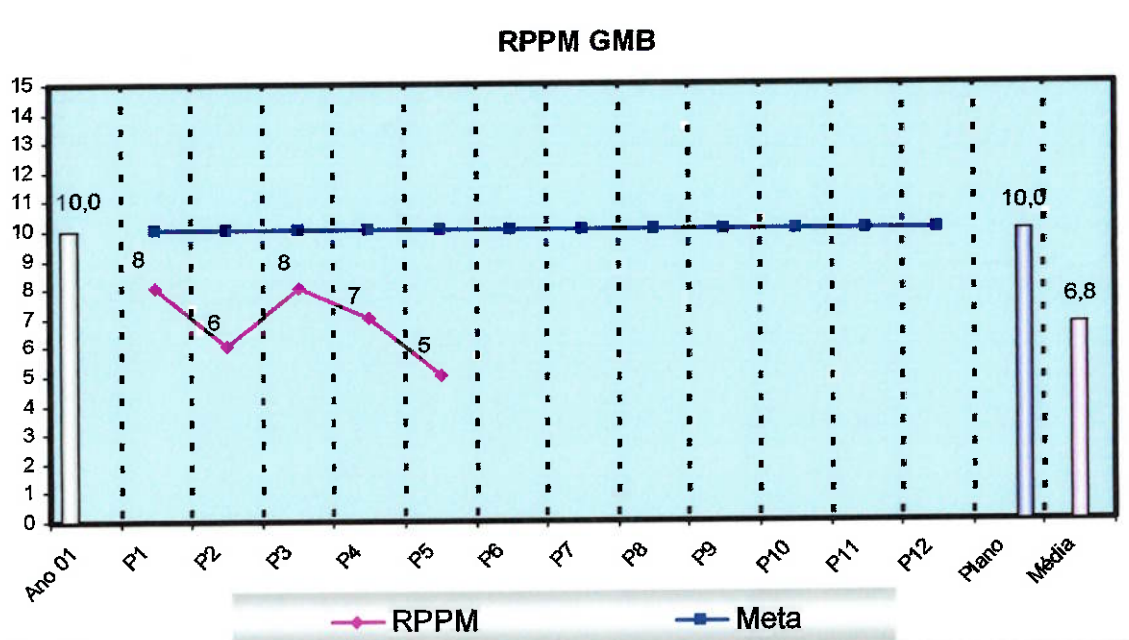


Figura 42 - Gráfico de RPPM da Linha GMB

6.4 Resultados Financeiros e Estratégicos

Para a implantação do Lean Manufacturing dentro de qualquer organização além de muita disciplina, deve-se aplicar o conceito Top Down.

Dentro da planta de Santo André em cinco anos foi mudado “muito ferro” de lugar *layout*, porem, o mais difícil foi mudar a forma como as pessoas pensavam.

Há cinco anos atrás havia aproximadamente 150 funcionários e produzia-se 500 kits de bancos por dia em uma área de 8500m², hoje nesta mesma área há 250 funcionários produzindo 1000 kits de bancos, 130 painéis de instrumentos e 550 conjuntos de assentos e encostos por dia, atendendo a dois clientes distintos.

Pode-se afirmar, que os conceitos empregados ao longo da Implantação do pensamento *Lean*, além de muito aprendizado, transformou a unidade em um negócio sólido com pessoas altamente qualificados e o mais importante a satisfação de todos os nossos clientes.

A lucratividade não informada monetariamente neste trabalho teve também um crescimento nos últimos cinco anos, sendo o ano de 2006 o melhor da história da planta.

Pode-se também afirmar ainda que estrategicamente o conceito *Lean* vai ao encontro dos objetivos da Johnson Controls bem como o Six Sigma e todas as outras ferramentas do JCMS, conceitos estes que estão bem difundidos na Empresa hoje.

7 CONCLUSÕES

Ao longo deste trabalho buscou-se descrever o processo de implantação do programa *Lean* em um fluxo de valor numa empresa global. A complexidade dos processos, com produtos de grande diversidade, atribuem a esta empresa uma potencial fonte de oportunidades de estudo.

Constatou-se que a soma dos benefícios auferidos em cada fluxo de valor da organização promove um benefício sinérgico para a corporação, pois os conhecimentos e as experiências adquiridas em ambiente *Lean* se propagam e multiplicam criando um ciclo virtuoso de melhorias contínuas.

Os indicadores do grau de envolvimento dos funcionários com as melhorias poderiam ser estratificados e elaborados por fluxo de valor, subsidiando os responsáveis pelos programas de melhoria e orientando-lhes quanto às potenciais oportunidades e nas tomadas de decisões quanto às necessidades de treinamento e envolvimento dos colaboradores.

A viabilidade deste trabalho deveu-se, em grande parte ao próprio princípio *Lean*, que desenvolve pessoas multitarefa, pois, durante o período da pesquisa, aproximadamente 6 pessoas da empresa foram contatadas e subsidiaram o autor com os dados aqui utilizados.

Como resultado da aplicação da metodologia, obteve-se um documento que serve de guia orientativo na implantação de programas *Lean*, e na definição de indicadores em ambientes industriais que apresentem similaridades com o estudado.

Podemos destacar como aspectos importantes da organização estudada:

- Fluxo da demanda por produtos intermitente;
- Grande variedade de produtos;

- Utilização de equipamentos de grande valor agregado para produzir vários produtos diferentes, exigindo seu compartilhamento;
- Gargalos de produção que flutuam em função do mix de demanda;
- Produtos compostos de estrutura complexa (muitos itens diferentes);
- Fornecedores de âmbito global;
- Clientes em âmbito continental.

A Mentalidade Enxuta requer uma visão holística em extensão e conteúdo e bons resultados podem ser alcançados mais rapidamente quando se busca a implementação de melhorias focalizando uma parte da organização, ou em um fluxo de valor, ao invés de uma grande área funcional, com muitos produtos e processos compartilhados.

Esta é uma constatação que credencia este estudo de caso como referência acadêmica, pois a empresa modelou a implantação de seu programa envolvendo sequenciadamente cada setor da empresa.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMATO, João N., *Manufatura Classe Mundial, Conceitos, Técnicas e Aplicações*, São Paulo: Editora Atlas, 2001

DEMERS, Julie – The lean philosophy: Continuous improvement by any name can boost a company's performance. The choice is up to you, *CMA Management*. Oct 2002. Vol. 76, Num. 7

GAITHER, Norman e FRAZIER, Greg, *Administração da Produção e Operações*, 8ª ed, São Paulo: Editora Pioneira, 2001

IMAI, Masaaki, *KAIZEN, A Estratégia para o Sucesso Competitivo*, 4ª ed, São Paulo: Insituto IMAM, 1992

KANTER, Rosabeth Moss, *Classe Mundial*, 1ª ed, Rio de Janeiro: Editora Campus, 1996

Lean Institute Brasil – www.lean.org.br acessado maio 2004.

MARTINS, Petrônio G. e LAUGENI, Fernando P., *Administração da Produção*, 1ª ed, São Paulo: Editora Saraiva, 1998.

MONDEN, Yasuhiro. "Produção sem Estoques – Uma abordagem prática ao sistema de produção da Toyota" IMAM, 1984.

OHNO, Taiichi. "O sistema Toyota de produção – Além da produção em larga escala". Bookman, 1997

ROTHER, Mike, SHOOK, John, Aprendendo a Enxergar (mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício), 1ª ed, São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002

SHINGO, Shigeo. "O sistema Toyota de produção – Do ponto de vista do engenheiro de produção". Bookman, 1996

SPEAR, Steven J., Aprendendo a Liderar na Toyota, Harvard Business Review, p. 54 – 63, maio de 2004 – disponível em www.hbrl.com.br 15 Dezembro 2004

WOMACK, James P., JONES, Daniel T. e ROOS Daniel, A Máquina que mudou o Mundo, 4ª reedição Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992

WOMACK, James P., JONES, Daniel T., A Mentalidade Enxuta nas Empresas, Rio de Janeiro: Editora Campus, 2004

GLOSSÁRIO LEAN

Autonomação Transferência da inteligência humana para equipamentos automatizados de modo a permitir que as máquinas detectem a produção de uma única peça defeituosa e suspendam imediatamente seu funcionamento enquanto se solicita ajuda. Esse conceito, conhecido também como *jidoka*, teve como pioneiro Sakichi Toyoda, no início do século XX, quando ele inventou as máquinas de fiação automáticas que paravam instantaneamente quando uma linha se rompia. Isso permitia que um operador supervisionasse muitas máquinas sem risco de produzir grandes quantidades de tecido defeituoso.

Células *Layout* de diferentes tipos de equipamentos que executam operações diferentes em uma sequência rígida, em geral em forma de U, a fim de permitir o fluxo contínuo e o emprego flexível do esforço humano por meio do **trabalho polivalente**. Comparar com **ilhas de processo**.

Chaku-Chaku Método de realização do fluxo contínuo no qual o operador procede e máquina em máquina, pegando uma peça da operação anterior e carregando-a na próxima máquina, para em seguida pegar a peça que acaba de retirar da máquina e carregá-la na próxima máquina, etc. Em japonês, significa literalmente "carga-carga".

Cinco porquês, Prática introduzida por Taiichi Ohno, de perguntar "por que" cinco vezes toda vez que nos encontramos diante de um problema, a fim de identificar sua causa básica, para que possa desenvolver e implementar contra - medidas eficazes.

Cinco Ss Cinco palavras japonesas iniciadas por S utilizadas para criar um local de trabalho adequado ao controle visual e à produção enxuta. **Seiri** significa seleção, classificação: trata-se de separar as ferramentas, peças e instruções desnecessárias das que são necessárias, dando um destino para aquelas que deixaram de ser úteis para aquele ambiente. **Seiton** significa arrumar e identificar peças e ferramentas, tendo como objetivo a facilidade de uso. **Seiso** significa limpeza, zelo: trata-se de eliminar a sujeira, inspecionando para descoberta e eliminação das fontes de problemas. A limpeza deve ser encarada como uma oportunidade de inspeção e de reconhecimento do ambiente. **Seiketsu** significa asseio, higiene: fazer o asseio é conservar a higiene, tendo o cuidado para que os estágios de seleção, ordem e limpeza, já alcançados, não retrocedam. Isto é executado por meio de padronização de hábitos, normas e procedimentos. **Shitsuke** significa autodisciplina, autocontrole: ser disciplinado é cumprir rigorosamente as normas e tudo o que for estabelecido pelo grupo. A disciplina é um sinal de respeito ao próximo.

Controle Visual Colocação, em um lugar de total visibilidade, de ferramentas, peças, atividades de produção e indicadores do desempenho do sistema de produção para que todos os envolvidos possam entender de imediato as condições do sistema. Usado como sinônimo de transparência

Desdobramento da Função Qualidade (QFD) Procedimento decisório visual para equipes de projeto com habilidades múltiplas que desenvolve uma compreensão comum da voz do cliente e um consenso sobre as especificações finais de engenharia do produto com o compromisso da equipe inteira. O QFD integra as perspectivas dos membros da equipe de diferentes disciplinas, garante que seus esforços focalizem a resolução de *trade-offs* importantes de forma consistente em

relação a alvos de desempenhos mensuráveis para o produto e desdobra essas decisões por meio de níveis sucessivos de detalhes. O uso de **QFD** elimina dispendiosos retrofluxos e retrabalhos próximos ao lançamento dos projetos.

Desdobramento da política Ver *hoshin kanri*.

Estoque em processo Prática de produção em massa por meio da qual se produzem grandes lotes de uma peça e, em seguida, envia-se o lote para uma fila de espera, antes da próxima operação no processo de produção. Comparar com **fluxo contínuo**.

Família de produtos Grupo de produtos relacionados que podem ser produzidos de forma intercambiável em uma célula de produção. O termo muitas vezes é análogo a "plataformas".

Ferramenta do tamanho certo Dispositivo de projeto, planejamento ou produção capaz de se encaixar diretamente no fluxo de produtos dentro de uma família de produtos, de modo que a produção não exija mais transporte e esperas desnecessários. Comparar com **monumento**.

Fluxo Realização progressiva de tarefas ao longo da cadeia de valor para que um produto passe da concepção ao lançamento, do pedido à entrega e da matéria- rima às mãos do cliente sem interrupções, refugos ou retrofluxos.

Fluxo Contínuo Situação na qual os produtos passam, um produto completo de cada vez, por várias operações no projeto, recebimento de pedidos e produção, sem interrupções, retrofluxos ou refugo. Comparar com **estoque em processo**.

Gráfico Espaguete Mapa do caminho seguido por um produto específico ao percorrer a cadeia de valor em uma organização de produção em massa, chamado assim porque a rota de produto em geral lembra um prato de espaguete.

Hanedashi, Palavra japonesa que designa o dispositivo que permite que uma máquina automaticamente descarregue uma peça sem precisar esperar pelo operador.

Heijunka Criação de um "cronograma nivelado" por meio do seqüenciamento dos pedidos em um padrão repetitivo e eliminação das variações cotidianas nos pedidos totais, de modo a corresponder à demanda de longo prazo. Por exemplo, se o cliente durante uma semana pedir 200 unidades do Produto A, 200 do Produto B e 400 do Produto C em lotes de 200, 200 e 400 respectivamente, o cronograma nivelado seqüenciaria seu processamento na progressão A, C, B, C, A, C, B, C, A, C... Da mesma forma, se pedidos dos clientes totalizando 1.000 produtos por semana chegassem em lotes de 200 produtos no dia um, 400 no dia dois, zero no dia três, 100 no dia quatro e 100 no dia cinco, o cronograma nivelado produziria 100 por dia e na seqüência A, C, A, B, ... Algum tipo de cronograma nivelado é inevitável em todos os produtos, de massa ou enxuto, a não ser que a empresa e todos os produtos, de massa tenham capacidade infinita e tempo de troca de máquina zero. No entanto, com o tempo os adeptos da produção enxuta tendem a criar excesso de

capacidade, à medida que liberam recursos e a trabalhar constantemente na redução do tempo de troca de máquina, para que a discrepância de curto prazo entre o cronograma *heijunka* e a demanda real seja uniformemente diminuída, com a ajuda das vendas niveladas.

***Jidoka* Ver *Autonomação*.**

Just-in-time Sistema de produção e entrega das mercadorias certas no momento certo e na quantidade certa. O just-in-time aproxima-se do just-on-time quando as atividades em etapas anteriores ocorrem minutos ou segundos antes das atividades posteriores, possibilitando assim o fluxo contínuo. Os elementos-chave do just-in-time são **fluxo, puxar, trabalho padrão** (com estoques padrão em processo) e **tempo takt**.

Just-on-time Sistema que elimina o armazenamento prévio. No Just-on-time tem-se abastecimento unitário (lote unitário) no exato momento de sua necessidade. (Ver Just-in-time).

Kaikaku Melhoria radical de uma atividade a fim de eliminar muda, por exemplo, reorganizando as operações de processamento para um produto de modo que, em vez de viajar de e para "ilhas de processo", o produto proceda pelas operações em um fluxo contínuo e em um curto espaço de tempo. Chamado também de *kaizen* revolucionário, ***kaizen do fluxo e kaizen do sistema***.

Kaizen Melhoria contínua e incremental de uma atividade a fim de criar mais valor com menos muda. Chamado também de **kaizen do ponto** e **kaizen do processo**.

Kanban Pequeno cartão pendurado em caixas de peças que regulam o puxar no Sistema de Produção Toyota sinalizando a produção e a entrega em etapas anteriores.

Lean Manufacturing (Manufatura Enxuta) — Utilização de uma quantidade mínima de recursos totais, pessoal, materiais, dinheiro, máquinas etc., para fabricar/gerar um produto, com o máximo rendimento, e entregá-lo pontualmente.

Manutenção Produtiva Total (TPM - Total Productive Maintenance) Série de métodos, cujo pioneiro foi Nippondenso (membro do Grupo Toyota), destinados a garantir que cada máquina em um processo de produção seja sempre capaz de realizar as tarefas necessárias para que a produção jamais seja interrompida.

Mapeamento do fluxo de valor Identificação de todas as atividades específicas que ocorrem ao longo do fluxo de valor referente a um produto ou família de produtos.

Monitor andon Dispositivo de controle visual em uma área de produção, em geral um monitor com iluminação superior, que apresenta as condições atuais do sistema de produção, e alerta os membros da equipe quanto aos problemas que surgem.

Muda Qualquer atividade que consuma recursos sem agregar valor ao cliente. Dentro dessa categoria geral, é útil distinguir entre muda tipo 1 que consiste das

atividades que não podem ser eliminadas imediatamente e muda tipo 2, as atividades que podem ser rapidamente eliminadas por *kaizen*.

Mura Falta de regularidade em uma operação, como os altos e baixos na programação causados não pela demanda do cliente final mas, em verdade, pelo sistema de produção, ou um ritmo de trabalho irregular em uma operação, fazendo com que os operadores tenham picos de trabalho intensos e depois momentos de espera.

Muri Palavra japonesa que se traduz por "irracionalidade". Sobrecarga intensa dos equipamentos ou dos operadores, exigindo-se que operem em um ritmo mais intenso ou acelerado, empregando mais força ou esforço, por um período maior de tempo do que aquele que o equipamento pode suportar ou o que permite um gerenciamento adequado do pessoal.

Operação Atividade ou atividades realizadas em um produto por uma única máquina. Comparar com **processo**.

Operações Standard A melhor combinação do operador e da máquina, utilizando a menor quantidade de mão-de-obra, espaço, estoque e equipamento.

Perfeição Eliminação total de muda para que todas as atividades ao longo de um **fluxo de valor** criem valor.

Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP) Sistema computadorizado que determina a quantidade e as necessidades de materiais utilizados em uma

operação de produção. Os sistemas MRP utilizam um cronograma-mestre de produção, uma lista de materiais que apresenta todos os itens necessários para cada produto a ser fabricado e informações sobre os estoques atuais desses itens a fim de programar a produção e entrega dos itens necessários. O **Planejamento dos Recursos de Manufatura** (chamado muitas vezes de **MRP II**) expande o conceito de MRP, incluindo as ferramentas de planejamento da capacidade, uma interface financeira destinada a traduzir operações em termos financeiros e uma ferramenta de simulação para avaliar planos de produção alternativos.

Poka-yoke Dispositivo ou procedimento à prova de erros destinados a impedir a ocorrência de defeitos durante o recebimento de pedidos ou a fabricação de produtos. Um exemplo no recebimento de pedidos é uma tela para a entrada do pedido desenvolvida a partir de padrões tradicionais de registro de pedidos que questiona os pedidos que não estão dentro do padrão. Os pedidos suspeitos são então examinados, o que muitas vezes leva à descoberta de erros de entrada ou compra com base na interpretação incorreta de informações. Um exemplo na fabricação é um conjunto de fotocélulas em **containers** de peças ao longo de uma linha de montagem que impedem que componentes com peças faltando passem para a próxima etapa. **Poka - yoke** nesse caso destina - se a suspender a transferência do componente para a próxima estação se o feixe de luz não tiver sido interrompido pela mão do operador em cada compartimento que contém uma peça para o produto em montagem no momento. Às vezes chamado também de *baka-yoke*.

Processo Série de operações individuais necessárias para criar um projeto, pedido ou produto.

Puxar Sistema de produção e instruções de entrega das atividades posteriores para as atividades anteriores na qual nada é produzido pelo fornecedor anterior sem que o cliente sinalize uma necessidade. Oposto de empurrar. Ver também *kanban*.

Sete muda Enumeração original de Taiichi Ohno dos desperdícios encontrados comumente na produção física. São eles: o **excesso de produção** antes da demanda, a **espera** pela próxima etapa de processamento, o **transporte** desnecessário de materiais (por exemplo, entre as ilhas de processo ou fábricas), o **excesso de processamento** de peças devido ao projeto inadequado de ferramentas e produtos; **estoques** acima do mínimo absoluto; movimento desnecessário dos funcionários durante o curso do trabalho (em busca de peças, ferramentas, ajuda etc.) e produção de **peça defeituosas**.

Setup Externo Atividades de preparação das ferramentas que podem ser executadas com segurança enquanto a máquina estiver funcionando.

Setup Interno Atividades de preparação das ferramentas que devem ocorrer enquanto a máquina estiver parada.

Sistema Toyota de Produção (STP) Baseado em alguns dos princípios iniciais de Henry Ford, o sistema descreve a filosofia de uma das mais bem sucedidas empresas do mundo. A fundamentação do STP é o nivelamento da produção, os suportes do *Just-in-Time* e o *Jidoka*.

Supermercado Local no chão de fábrica junto à linha de produção onde as peças são classificadas e ficam prontas para disponibilização aos operadores.

Tempo de ciclo Tempo necessário para se completar o ciclo de uma operação. Se o tempo de ciclo de uma operação em um processo completo puder ser reduzido a um **tempo takt** igual, os produtos podem ser produzidos em **fluxo contínuo**. **Tempo de fila** Tempo que um produto leva na fila esperando o próximo projeto, processamento de pedido ou etapa de fabricação. **Tempo de processamento** Tempo durante o qual realmente se trabalha no projeto ou na produção de um produto ou tempo durante o qual um pedido realmente está sendo processado. Em geral, o tempo de processamento é uma pequena fração do **tempo de throughput** e do **lead time**.

Tempo de throughput Tempo necessário para que um produto evolua da concepção ao lançamento, do pedido à entrega ou da matéria-prima às mãos do cliente. Inclui o tempo de processamento e o tempo de fila. Comparar com **tempo de processamento** e **lead time**.

Tempo takt Tempo de produção disponível dividido pelo índice da demanda do cliente. Por exemplo, se o cliente demanda 240 peças por dia e a fábrica opera 480 minutos por dia, o tempo **takt** será de dois minutos; se o cliente quiser que sejam projetados dois novos produtos por mês, o tempo **takt** será de duas semanas. O **tempo takt** define o ritmo de produção de acordo com o índice de demanda do cliente, tornando-se a pulsação de qualquer sistema enxuto.

Trabalho padrão Descrição precisa de cada atividade de trabalho que especifica o *tempo de ciclo*, *tempo takt*, a sequência de trabalho de tarefas específicas e o estoque mínimo de peças disponíveis necessário para realizar a atividade.

Trabalho multifuncional Treinamento de operários para operar e manter diferentes tipos de equipamentos de produção. O trabalho multifuncional é essencial à criação de células de produção nas quais cada trabalhador utiliza muitas máquinas.

Transparência Ver **controle visual**.

Troca de máquina Instalação de um novo tipo de ferramenta em máquinas que operam com metal, uma tinta diferente em um sistema de pintura, uma nova resina plástica em um novo molde em um equipamento de moldes por injeção, novos softwares em computadores e assim por diante. O termo aplica-se sempre que se aloca um dispositivo de produção à realização de uma operação diferente.

Troca instantânea de ferramentas Série de técnicas para a mudança das especificações de equipamentos de produção em menos de dez minutos nas quais Shigeo Shingo foi pioneiro. *Preparação de máquinas quase instantânea* é o termo utilizado quando a mudança nas especificações de máquina exige menos de um minuto. Obviamente, o objetivo de longo prazo é sempre *tempo de preparação de máquina zero*, no qual a mudança nas especificações é instantânea e não interfere no fluxo contínuo.

Uniformização da produção Ver *heijunka*.

Valor Capacidade oferecida a um cliente no momento certo a um preço adequado, conforme definido pelo cliente.

WIP (*Work in Process* ou *Work in Progress*) termo que designa o trabalho em andamento. Este termo também pode ser utilizado para designar a quantidade de material que se encontra em processamento, constituindo-se no estoque de peças que estão efetivamente sendo processadas, o que, ocasionalmente, pode ser chamado de estoque intermediário.

ANEXO A – Ficha catalográfica

Artigiani, Helio Lombard.

IMPLANTAÇÃO DA MENTALIDADE ENXUTA EM UMA EMPRESA DE AUTOPEÇAS: UMA ABORDAGEM PRÁTICA AOS RESULTADOS ESPERADOS E ÀS DIFICULDADES INERENTES À SUA IMPLANTAÇÃO. / Helio Lombard Artigiani, 2006.

Viii, 158f.

Dissertação (MBA-USP). Universidade de São Paulo. Programa de Especialização, Escola – Politécnica. (Documento Impresso e Eletrônico)
Orientador: Prof. Dr. Gilberto Francisco Martha de Souza

Titulo em Inglês: Implantation of Lean Thinking in a Automotive Company: A Practical Boarding to the Waited Results and the Inherent Difficulties to Its Implantation

1. Manufatura Enxuta. 2. Sistema Toyota de Produção. 3. Kanban.

ANEXO B**AUTORIZAÇÃO PARA LIBERAÇÃO DO CASO**

Fernando G. G. Ferreira

Gerente da Planta de Santo André da Johnson Controls do Brasil Automotive

LTDA

autoriza a liberação do caso intitulado

IMPLANTAÇÃO DA MENTALIDADE ENXUTA EM UMA EMPRESA DE
AUTOPEÇAS: UMA ABORDAGEM PRÁTICA AOS RESULTADOS
ESPERADOS E ÀS DIFICULDADES INERENTES À SUA IMPLANTAÇÃO.

para uso em cursos e programas de treinamento.

O caso (X) poderá / () não poderá ser usado em publicações.

Santo André 19/02/2007

(Assinatura)

